T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKMEKLİK BUĞDAY (*Triticum aestivum* L.)' DA PRİMİNG UYGULAMALARININ FİZYOLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİLERİ

Elif ÖZDEMİR

YÜKSEK LİSANS

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Ocak - 2012
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Arş. Gör. Elif ÖZDEMİR

24.01.2012

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EKMEKLİK BUĞDAY (*Triticum aestivum* L.)' DA PRİMİNG UYGULAMALARININ FİZYOLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİLERİ

Elif ÖZDEMİR

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bayram SADE

2012, 113 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Bayram SADE
Prof. Dr. Süleyman SOYLU
Yrd. Doç. Dr. Mehmet HAMURCU

Araştırma priming uygulamalarının kurak koşullarda Altay 2000 ve Kıraç 66 ekmeklik buğday çeşitlerinde (*Triticum aestivum* L.) fizyolojik parametreler üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kontrollü İklim Odasında ve Bitki Fizyolojisi Laboratuarı' nda yürütülmüştür. Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre üç tekekkürlü olarak yürütülmüş, denemede faktör olarak iki çeşit (Altay 2000, Kıraç 66), iki ortam (kurak ortam ve normal ortam), beş uygulama (Kontrol, %0,1 NaCl, % 0,5 KH_2PO_4, %2 KCl, H_2O), iki örnekleme zamanı (Çıkıştan sonraki 7. ve 14. günler) ele alınmıştır. Çözeltilerde on iki saat süreyle bekletilmiş tohumlar, çözeltiye aktarılmadan önceki nem içeriklerine dönünceye kadar oda koşullarında karıştırılarak kurutulduktan sonra kurak (%25 saf su ile 48 saat süreyle satura edilmiş) ve normal (ihtiyaç duyuldukça sulama yapılmış) ortam saksılarına ekilmişlerdir. Kontrol grubu olarak kurak ve normal ortamlarda hiçbir uygulamanın yapılmadığı tohumlar kullanılmıştır. Çıkıştan sonraki yedi ve ondördüncü günlerde elde edilen bitki materyalleri üzerinde büyüme paremetreleri (yaş ağırlık, kuru ağırlık, fide uzunluğu) ve fizyolojik parametreler [klorofil miktarı, stomal iletkenlik, fotosentetik verim, bağıl su içeriği, prolin, MDA (malondialdehit)] belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre kurak koşullardaki MDA seviyesi (37,6213 nmol/g) normal koşullardaki MDA seviyesine (32,1725 nmol/g) göre yüksek olmuş, prolin ve MDA dışındaki tüm parametreler ise normal koşullarda daha yüksek olmuştur. Kurak ortamda gelişen bitki örneklerindeki prolin seviyesi (9,4440 µmol/g) normal ortamdaki prolin seviyesinden (4,7650 µmol/g) önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Farklı niteliklerde kimyasallarla hazırlanan çözeltilerde prime edilmiş tohumlardan gelişen bitkilerin kontrole göre daha yüksek yaş, kuru ağırlık, fide uzunluğu, daha fazla klorofil ve düşük MDA seviyesi ile kurak koşullara toleranslarının daha iyi olduğu görülmüştür. Kuraklık stresinin klorofil miktarı üzerinde de önemli etkileri olmuştur. Altay 2000 çeşidinde klorofil miktarı kurak ortam koşullarında (38,9692 spad), normal ortam koşullarına (48,9253 spad) göre önemli ölçüde azalmış, benzer durum ile Kıraç 66 çeşidinde de karşılaşılmıştır (Kurak ortam, 34,6948 spad; Normal ortam; 47,3893 spad). Genel olarak Altay 2000 çeşidinden gelişen fidelerin priming uygulamalarına tepkileri Kıraç 66 çeşidinden gelişen fidelerin priming uygulamalarına tepkilerinden daha iyi bulunmuştur. Elde edilen bulgulara göre, priming uygulamalarının özellikle mevcut suyun etkin olarak kullanılması gereken, kurak koşullarda çıkış ve ilk gelişme dönemindeki söz konusu stres faktörüne karşı dayanıklılığı artırmada kullanılabilecek alternatif bir yaklaşım olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, kuraklık, MDA (malondialdehit), priming, prolin, stres

ABSTRACT

MS THESIS

EFFECTS OF PRİMİNG TO SOME PHYSIOLOGICAL PARAMETERS ON WINTER BREAD WHEAT (*Triticum aestivum* L.)

Elif ÖZDEMİR

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELCUK UNIVERSITY CROP SCIENCE DEPARTMENT THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

Advisor: Prof. Dr. Bayram SADE

2012, 113 Pages

Jury
Prof. Dr. Bayram SADE
Prof. Dr. Süleyman SOYLU
Asst. Prof. Dr. Mehmet HAMURCU

The study was conducted to determine effects of seed priming to physiological parameters at drought conditions on bread wheat cultivars (*Triticum aestivum* L., Altay 2000 and Kıraç 66) at Selcuk University Agricultural Faculty Controlled Climate Chamber and Physiology Laboratory. Effects of seed priming on physiological parameters measured using randomised plot design with three replications, two bread wheat cultivars (Altay 2000 and Kıraç 66), five treatments (Control, 0,1% NaCl, 0,5% KH_2PO_4, 2% KCl and H_2O), two sampling times (7th and 14th days after emergence) and two conditions (drought conditions and normal conditions). Seeds were soaked solutions for twelve hours, than were dried till back to untreated moisture level by mixing at room conditions and sowed normal (irrigated as needed) and drought conditions (soil satureted with 25% distile water for 48 hours) pots. Seeds without treatment were used as control group at both drought and normal conditions. Seventh and fourteenth days after emergence, growing (fresh weight, dry weight, seedling height) and physiological parameters [(chlorophyll content, stomatal conductance, photosyntetic efficiency, relative water content, proline, MDA (malondialdehit)] were determined at plant materials. MDA level at drought conditions is (37,6213 nmol/g) higher than normal conditions (32,1725 nmol/g). At normal conditions except MDA and prolin, all parameters increased according to drought conditions. Proline level of plant materials that grown at drought conditions (9,4440 µmol/g) was significantly higher than proline content of normal (4,7650 µmol/g) conditions. Seedlings that grew seeds were soaked solutions, prepared with chemicals that have different properities, better adapted to drought conditions. Fresh weight, dry weight and seedling lenght became higher. Seedlings grew primed seeds have more chylorophyll, less MDA. Drought stress had significant effects to chlorophyll content. Chlorophll content of Altay 2000 at drought conditions (38,9692 spad) significantly decreased according to normal (48,9253 spad) conditions. The same situation was come across with Kıraç 66 also (Drought conditions; 34,6948 spad; Normal conditions; 47,3893 spad). Generally response of seedlings, growth Altay 2000, to priming, was better than Kıraç 66 seedlings. According to results, seed priming is a practical method, can be used at areas that exposed to water deficit. Pre-treatment is an alternative method that can trigger resistance towards water deficit conditions.

Keywords: Drought, winter bread wheat, MDA (malondialdehyt), priming, proline, stress

ÖNSÖZ

Çalışmalarımın her aşamasında bilgi, tecrübe ve desteğiyle beni yönlendiren en yoğun zamanlarında bile ilgisini esirgemeyen, değerli hocam Sayın Prof. Dr. Bayram SADE' ye verdiği emek ve içtenliğinden dolayı saygılarımı sunar, teşekkür ederim.

Tez projemin yürütülmesinde katkı ve desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Süleyman SOYLU' ya ve laboratuar çalışmalarımda bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet HAMURCU' ya, çalışmamın her aşamasında bana refakat eden, her ihtiyacım olduğunda yanımda olan lisans öğrencilerinden sevgili Fadime Rabia YILMAZ' a da teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan sevgi, emek ve dualarını esirgemeyen başta annem olmak üzere sevgili aileme gösterdikleri sabır ve anlayıştan dolayı sevgi ve saygılarımı sunarım.

Maddi ve manevi her türlü desteğiyle her zaman yanımda olan, çok sevgili eşime hayatıma kattığı değerlerden, sevgi, sabır ve emeğinden dolayı teşekkür eder, en içten dileklerimle sevgi ve saygılarımı sunarım.

Arş. Gör. Elif ÖZDEMİR
KONYA-2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **vii**

ABSTRACT ..... **viii**

ÖNSÖZ ..... **ix**

İÇİNDEKİLER ..... **x**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **xii**

1. GİRİŞ **13**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **16**

2.1. Priming Uygulamaları 16
2.1.1. Tanımı ve etkileri 16
2.1.2. Priming çeşitleri 20
2.1.3. Priming uygulaması, büyüme ve fizyolojik parametreler 21
2.1.4. Priming uygulaması ve antioksidatif defans 25
2.2. Antioksidatif Defans Sistemi 26
2.2.1. Sistemin tanımlanması 26
2.2.2. ROS tanımlanması ve etkileri 28
2.3. ROS' ların Detoksifikasyonu, Askorbat Glutatyon Döngüsü 37

3. MATERYAL VE METOT **39**

3.1. Materyal 39
3.2. Metot 40
3.2.1. Büyüme parametreleri 46
3.2.2. Bağıl su içeriği 47
3.2.3. Stomal iletkenlik 47
3.2.4. Klorofil miktarı 48
3.2.5. Fotosentetik verim 48
3.2.6. Lipit peroksidasyonu 49
3.2.7. Prolin 50
3.3. İstatistiki Analiz ve Değerlendirme 50

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **51**

4.1. Büyüme Parametreleri 51
4.1.1. Yaş ağırlık 51
4.1.2. Kuru ağırlık 56
4.1.3. Fide uzunluğu 61
4.2. Bağıl Su İçeriği 67
4.3. Stomal İletkenlik 71
4.4. Klorofil Miktarı 77
4.5. Fotosentetik Verim 83
4.6. Lipit Peroksidasyonu 88
4.7. Prolin 96

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 104

5.1. Sonuçlar 104
5.2. Öneriler 105

6. KAYNAKLAR 106

ÖZGEÇMİŞ 111

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

AB	: Avrupa Birliği
ABA	: Absisik asit
APX	: Askorbat peroksidaz
ASC	: Askorbik asit
ATP	: Adenozintrifosfat
CAT	: Katalaz
DHA	: Dehidroaskorbat
DHAR	: Dehidroaskorbat redüktaz
DNA	: Deoksiribonükleik asit
Fm	: Maksimum flüoresans indüksiyonu
Fo	: Değişken olmayan bazal klorofil flüoresansı
Fv	: Değişken bazal klorofil flüoresansı
GR	: Glutatyon redüktaz
GSA	: Glutamat semialdehit
GSSG	: Okside glutatyon
IAA	: Indol asetik asit
KA	: Kuru ağırlık
MDA	: Malondialdehit
MDHAR	: Monodehidroaskorbat redüktaz
MHDA	: Monodehidroaskorbat
NADP	: Nikotinamit adenin dinükleotid fosfat
NO	: Nitrikoksit
P5C	: Prolin-5-karboksilaz
P5CDH	: Prolin-5-karboksilaz dehidrogenaz
P5CS	: Prolin-5-karboksilaz sentetaz
PA	: Polyamin
PDH	: Prolin dehidrogenaz
POX	: Peroksidaz
PSI	: Fotosistem I
PSII	: Fotosistem II
RNA	: Ribonükleikasit
ROS	: Reaktif oksijen türleri
SOD	: Süperoksit dismutaz
SÜ	: Selçuk Üniversitesi
TA	: Turgor ağırlığı
YA	: Yaş ağırlık

1. GİRİŞ

Nüfus artışı başta gelişmekte olan ülkeler olmak üzere dünyanın birçok bölgesinde etkilerini dengesiz beslenme ve açlık olarak göstermektedir. Bu açıdan bakıldığında ne seviyede olursa olsun insanoğlunun beslenme kaynaklarından genel olarak tahıllar özel olarak ise buğdayın yeri ve önemi tartışılmaz niteliktedir. Söz konusu durum ülkemiz için de geçerlidir. Buğday iyi bir besin hammaddesi oluşu, adaptasyon sınırının genişliği, üretim, taşıma, depolama ve işleme kolaylığı gibi nedenlerden dolayı dünya nüfusunun yaklaşık %35' inin temel besin kaynağı durumundadır. Buğday tanesi yaklaşık %65-75 nişasta, %8-15 protein, %1-5 yağ, %1,5-3 şeker, %1-2 kül, %11-13 su içerir. Buğday tanesinde karbonhidrat, yağ ve proteinin yanında, insan ve hayvan beslenmesinde önemli derecede rol oynayan vitaminler de bulunmaktadır (Aslın, 1986).

Türkiye' de 2010 yılında 8 094 000 ha alanda buğday ekilmiş, ortalama 2 429 kg/ha verim ile 19 660 000 ton üretim yapılmıştır. 2010 yılı verilerine göre dünyada buğday ekim alanının 216,9 milyon ha, üretiminin 649,3 milyon ton ve 299 kg/ha olduğu görülmektedir. Dünya buğday üretimi yönüyle 135,8 milyon ton ile AB ilk sırada, 115 milyon ton ile Çin ikinci, 80,8 milyon ton ile Hindistan üçüncü, 60,1 milyon ton ile ABD dördüncü sırada yer almaktadır. Türkiye ise 17,5 milyon ton üretim değeri ile dokuzuncu sıradaki yerini almaktadır (Anonim, 2010).

Biyotik ve abiyotik stres etmenleri çeşitli bitkilerde önemli ürün kayıplarına neden olmakta, insan ve hayvan beslenmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Optimum koşullarda çeşitli bitkilerden biyotik ve abiyotik stres etmenlerinin etkisiyle ortalama ürün kaybı %65 ile %87 arasında değişirken, abiyotik etmenlerin neden olduğu ortalama ürün kaybı %51 ile %82 arasında değişmektedir (Kacar ve ark., 2009).

Kuraklık en bilinen abiyotik stres faktörlerinden birisidir. Dünya üzerindeki kullanılabilir alanlar stres faktörlerine göre sınıflandırıldığında doğal bir stres faktörü olan kuraklık stresi %26' lık payıyla en büyük dilimi içermektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005; Blum, 1986). Dünya' nın yıllık yağış ortalaması 1000 mm, Türkiye' nin 643 mm, Konya' nın ise 322 mm' dir. Buna göre kuraklık ülkemizin özellikle de Konya' nın karakteristik bir özelliğidir (Sade, 2008). Buğday tarımının sulanmaksızın yapıldığı alanlarda söz konusu durumun oluşturabileceği stres faktörlerinin bertaraf edilmesi son derece önemlidir.

Serin iklim tahılları yetiştiriciliğinin yapıldığı ve su kaynaklarının kısıtlı olduğu alanlarda mevcut suyun etkin kullanımına yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Priming

uygulaması birçok tarım ürününde farklı amaçlarla kullanılmış, birçok araştırıcı tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Genel anlamda priming kontrollü bir hidrasyon işlemidir. Priming ile ön çimlendirmedeki metabolik aktivitelerin (fiziksel ve kimyasal) ilerlemesine izin verilirken kökçük çıkışı önlenir. Araştırmacılar genel olarak priming uygulamasının fide çıkışı üniformite oranı arttırdığını, özellikle stres koşulları altında büyümeyi teşvik ettiğini ancak farklı stres faktörleri altında farklı etkileri olabildiğini gözlemlemişlerdir (Iqbal ve Ashraf, 2005).

Kuru tarım alanlarında yapılan serin iklim tahılları üretiminde kritik dönemlerde yaşanan ağır kuraklıklarda bile su kaynaklarının kısıtlı olması sebebiyle sulama yapılamamaktadır. Bu nedenle bu tür alanlarda kışlık buğday yetiştiriciliğinde yeterli çıkışın sağlanarak birim alanda belli sayıda bitkinin elde edilmesi ekimle birlikte tohumun düştüğü derinlikteki (tohum zonu) su miktarına bağlı olarak oldukça zordur ve bu faktör tane verimini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu tür alanlarda ekimden sonraki ilk gelişme devreleri için gerekli olan suyun temini zor olduğundan nadasla toprakta biriktirilmiş suyun etkin bir biçimde kullanılması gerekmektedir. Tohum zonu su içeriği buğdayın çimlenmesi ve çıkışında etkili bir faktördür. Bununla beraber toprak sıcaklığı ve ekim derinliği de önemlidir. Tohumlarda çıkışı başlatmamak kaydıyla yapılan hidrasyon işlemiyle, erken DNA replikasyonu ve zarar görmüş tohum kısımlarının onarımının gerçekleştiği, RNA ve protein sentezinde ve ATP kullanılabilirliğinde artış sağlandığı, hızlı embriyo gelişiminin görüldüğü, metabolit sızıntısının kontrole kıyasla azaldığı bildirilmiştir (Giri ve Schillinger, 2003).

Suyun kısıtlı olduğu topraklarda verim artışı sağlamak ve stabil verim değerleri elde etmek için yapılabilecek en iyi uygulama kuraklığa dayanıklı çeşitler geliştirmektir. Yeni ve hızlı çeşit geliştirmede fizyolojik yaklaşımlar çok daha etkili olacaktır. Yapılan az sayıda çalışma kuraklık stresi esnasında antioksidatif defans sisteminin önemini vurguladığından oksidatif stres, stres fizyolojisinin önemli bir dalıdır (Al-Ghamdi, 2009).

Priming uygulamalarının tohumlarda serbest radikal tutucu enzimlerden olan SOD (süperoksit dismutaz), CAT (katalaz) ve POX (peroksidaz) miktarlarında artış ile daha canlı fide oluşumunu sağladığı (Afzal ve ark., 2006; Chiu ve ark., 1995; Chang ve Sung, 1998) bildirilmiştir. Bu tür antioksidant enzimlerin artması ile singlet oksijen, hidroksil radikal ve hidrojen peroksit gibi bitki hücresinin membran lipidleri, proteinler, enzimler, pigmentler ve nükleik asitler gibi yaşamsal bileşenlerine zarar (Maheshwari ve Dubey, 2009) veren reaktif oksijen türlerinin inaktif hale gelmesi sağlanır.

Tohuma yapılan ön uygulamalar kuraklığa tolerans mekanizmalarının teşvik edilmesinde son derece etkin olarak kullanılabilecek, fizyolojik yaklaşımlarıda içine alan, pratik, uygulaması kolay ve düşük maliyetli uygulamalardır. Bu çalışma çifçiler tarafından uygulanması kolay, pratik ve getirisi yüksek olan priming uygulamalarının ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)' da çimlenme ve ilk gelişme döneminde meydana getirdiği fizyolojik parametrelerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmadan elde edilen bulguların çimlenme, çıkış ve verim öğeleri üzerinde önemli pozitif etkileri olan priming uygulamasıyla bitkide meydana gelen metabolik ve fizyolojik reaksiyonların anlaşılmasına, tetikleyici faktörlerin belirlenerek arttırılmasına yönelik tedbirlerin alınmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Priming Uygulamaları

2.1.1. Tanımı ve etkileri

Olumsuz çevre faktörlerine veya doğrudan tohum kalite ve yapısına bağlı olarak çimlenme ve çıkış esnasında yaşanabilecek sorunları en aza indirmek, kısa sürede üniform fide çıkışı ile kuvvetli bir fide gelişimi sağlamak ve stres şartlarına dayanıklılığı arttırmak amacıyla ekim öncesinde tohuma yapılan çeşitli uygulamalar genel anlamda "Priming" olarak adlandırılmaktadır. Priming uygulamasından sonra tohumlar yıkanmakta ve ardından kurutulmaktadır. Kurutulmuş tohumlar hemen ekilebildiği gibi, ekim zamanına kadar depolanabilmekte ve depolandıktan sonra ekildiklerinde tohum uygulaması yapılmamış olanlara kıyasla daha hızlı ve üniform çıkış gösterebilmektedirler (Elkoca, 2007).

Araştırmacılar priming' in tarla koşullarında çiftçiler tarafından geniş alanlarda buğdaydan nohuda kadar birçok üründe test edildiğini ve benimsendiğini ortaya koymuşlar, priming' i tohumların ekimden önce suyla daha önceden belirlenmiş sürelerde (6 sa, 12 sa, 24 sa) muameleye tabi tutulmasını takiben elle kurutulması esasına dayanan bir işlem olarak tanımlamışlardır. Tohum priming uygulamasının yeterli olanaklara sahip olmayan çiftçiler için daha pahalı ve karmaşık metotlardan tarla koşullarında uygulanabilirliği bakımından ayırt edilen bir teknik olduğu bildirilmiştir. Söz konusu uygulamaların tohumlarda mikro besin elementi içeriği ile fide gücü ve tane verimini arttırdığı bilinmektedir. Mısırda tohum çinko içeriğini arttırmak amacıyla yapılan $ZnSO_4$ solüsyonu ile yapılan priming uygulamasının artan verimle beraber maliyeti düşürdüğü tespit edilmiştir. Priming uygulamasının mikrobesin elementlerinin tohuma dağılımının sağlanmasında birçok potansiyel avantajları olduğu bilinmektedir (Haris ve ark., 2008).

Priming uygulamalarında tohumların bekletileceği solüsyonların yapımında kullanılan kimyasallar uygulamanın amacına göre belirlenir. Tuz stresinin de kuraklık gibi fotosentez, iyon alımı ve su hareketliliği gibi farklı büyüme proseslerinde bozukluklara neden olduğu bilinmektedir. Islah ve seleksiyonla tuza toleranslı buğday çeşitleri geliştirmek mümkündür. Ancak tuz zararının mekanizması ve tuza toleransın karmaşık doğası nedeniyle tuza toleranslı tahıl çeşitlerinin geliştirilmesinde hızlı bir ilerleme kaydedilememiştir. Tuza toleranslı genotiplerin taranması da bu problemin giderilmesinde kullanılan diğer bir stratejidir. Buna karşılık ön uygulama ve priming

uygulaması kolay, düşük maliyetli ve düşük riskli bir tekniktir. Tarımsal tuzluluk ve buna bağlı kuraklık probleminin üstesinden gelmede alternatif bir yaklaşımdır (Iqbal ve Ashraf, 2005).

Kuru tarım alanlarında yağışın ekimden sonra, çıkıştan önce düşmesi ve kaymak tabakası oluşturması nedeniyle çiftçiler, kışlık buğdayda hızlı çıkış isterler (7-10 gün). Kaymak tabakası oluşumu koleoptil veya ilk yaprak çıkışına mani olduğundan istenmeyen bir durumdur. Tohum zonu su içeriğinin yetersiz olduğu kurak yıllarda, çiftçiler kuru toprağa yüzlek ekim yaparlar (2-3 cm). Ekim zamanını yağışa bağlı olarak Ekim ayının ortalarına veya bahara kadar erteleyebilirler. Bu uygulamalar toprakta suyun yeterli miktarda bulunduğu erken ekime kıyasla tane verim potansiyelini düşürür. Ayrıca yaz nadasını takiben erken dönemde kurulan kışlık buğday tesisleri tane verim potansiyelini arttırmanın yanında kış boyunca olabilecek su erozyonundan da korunmayı sağlar. Tohumlarda çıkışı başlatmamak kaydıyla yapılan hidrasyon işlemiyle erken DNA replikasyonu ve zarar görmüş tohum kısımlarının onarımının gerçekleştiği, RNA ve protein sentezinde ve ATP kullanılabilirliğinde artış sağlandığı, hızlı embriyo gelişiminin görüldüğü, metabolit sızıntısının kontrole kıyasla azaldığı bildirilmiştir (Giri ve Schillinger, 2003). Tohum priming uygulamasıyla başta sebze ve çim tohumları gibi küçük tohumlu bitkiler olmak üzere birçok üründe çimlenme ve çıkışta artış sağlandığı kanıtlanmış, priming uygulamasının buğday, şeker pancarı, mısır, soya fasulyesi ve ayçiçeği gibi birçok üründe faydalı etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Priming uygulamalarının bütün ürünlerde daha hızlı ve iyi çıkış, üniform alanlar, düşük yinelenen ekim ihtiyacı, güçlü bitkiler, kuraklığa tolerans, erken çimlenme, erken hasat ve yüksek tane verimi gibi doğrudan yararları olduğu bildirilmiştir. Mısır genotiplerinde priming uygulamasıyla 0,3 ton/ha ile 1,4 ton/ha arasında değişen tane verimi sağlandığı, ortalama %17-76 seviyesinde verim artışı görüldüğü bildirilmiştir (Arif ve ark., 2008)

Özellikle yarı kurak tropik alanlardaki tuzlu topraklarda, topraktaki tuzun tohum etrafında birikme eğilimi vardır. Priming uygulamasıyla bu oluşum minimuma indirilir. Priming uygulamasıyla çıkış ve birim alandaki bitki sayısı artar, daha güçlü bitkiler oluşur, kurağa tolerans artar, erken çiçeklenme, erken olgunlaşma ve yüksek tane verimi görülür. Topraktaki tuzluluğun olumsuz etkilerinin bertaraf edilmesine yönelik farklı alternatifler sunmak amacıyla yapılan bir priming çalışmasında, mısır tohumları 24 saat süreyle farklı oranlarda $CaSO_4.H_2O$ içeren priming solüsyonlarında bekletilmiştir. Çalışmada hidropriming uygulaması da yapılmış ve hidropriming uygulamasının söz konusu kimyasalla yapılan priming uygulaması ile karşılaştırıldığında tuzlu toprakların

tohum üzerindeki olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılmasında daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Rajpar ve ark., 2006). Yapılan bir diğer çalışmada araştırmacılar, priming etkeni olarak sitokininlerden yararlanmışlardır.

Sitokininlerin özellikle oksin ve ABA (Absisik asit) olmak üzere birtakım hormonlarla interaksiyona girerek bitkilerde tuza toleransı arttırdığı yönünde bir hipotez kurulmuştur. İki buğday çeşidinin kullanıldığı çalışmada tuzlu ve normal koşullar altında her iki çeşitte de büyüme ve tane verimindeki artış, yapraktaki IAA (indol asetik asit) konsantrasyonuyla pozitif, ABA konsantrasyonuyla negatif korelasyon göstermiştir. Bitkilerde ABA konsantrasyonundaki düşüşün kinetinle priming işlemine tabi tutulmuş tohumlarda arttığı ve bu artışın, tuz stresinin olumsuz etkilerini azalttığı sonucuna ulaşılmıştır (Iqbal ve ark., 2006). Bitkilerde farklı stres koşulları altında farklı savunma mekanizmaları gelişmiştir. Bu mekanizmaların işleyişleri birbirinden farklıdır. Bazı durumlarda bitkiler farklı stres koşulları altında PA (Polyamin) adı verilen bir takım maddelerin hücre içerisinde birikmesini sağlamak suretiyle bu olumsuz faktörlerin etkisini bertaraf etmeye çalışırlar. Bundan yola çıkarak bazı araştırmacılar bitkideki PA miktarının yapay yollarla arttırılmasıyla bu mekanizmadan yararlanılabileceğini öne sürmüşlerdir. Tohumların ekim öncesinde farklı oranlarda PA içeren solüsyonlarda bekletilmesi suretiyle tohumda PA içeriğini arttırmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır. Böylece özellikle tuz stresinin etkili olduğu koşullarda bitkilerin tuzluluğun olumsuz etkilerinden korunması sağlanmıştır (Iqbal ve Ashraf 2005).

Kışlık buğdayda çimlenme, çıkış ve verimi artış sağlamak amacıyla yapılan bir çalışmada priming çözeltisi olarak saf su ve farklı oranlarda HCl, KH_2PO_4 ve PEG 8000 etkenleri içeren çözeltiler kullanılmıştır (Giri ve Schillinger 2003).

Araştırmacılar gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yaygın bir sorun olarak tanımladıkları çinko eksikliğinin giderilmesinde farklı uygulamaların kullanılması üzerine yaptıkları bir çalışmada, etken maddesi $ZnSO_4$ olan bir priming uygulaması yapmışlardır. Bu uygulamadan amaç tohumların belli sürelerde belirtilen etken maddeyi içeren priming çözeltisinde bekletilmesi suretiyle tohum çinko içeriğini arttırmaya yönelik olmuştur. Uygulamada buğday ve nohut tohumları kullanılmıştır. Priming solüsyonunun hazırlanması için %22,5 Zn, %12 S içeren $ZnSO_4$ kullanılmış, çözeltinin pH'sı 3,0 olarak ayarlanmıştır. Nohut tohumları 6 saat süreyle priming işlemine tabi tutulurken, buğday tohumları 10 saat süreyle priming çözeltisinde bekletilmiştir. Yapılan çalışmada tohumların priming uygulamasıyla mikrobesin elementlerince zenginleştirilmesinde birçok avantajı olduğu sonucuna ulaşılmış ancak hassasiyetle

belirlenmeyen priming sürelerinin toksite riski oluşturabileceği de vurgulanmıştır (Haris ve ark., 2008). Buğday ekiminden önce tohuma farklı konsantrasyonlarda cycocel, askorbik asit, giberellik asit uygulamalarının bazı fiziksel özelliklere ve verime etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, uygulamaların kontrole göre oransal su içeriğini, yaprak nemini, toplam klorofil içeriğini, stoma açıklığını, yaprak alanını ve verimi arttırdığı, bunun yanında transprasyonu azalttığı tespit edilmiştir (Atar, 2010).

Tohumlara çeşitli uygulamaların yapıldığı priming yönteminin temel amacı, tohum neminin çimlenme eşiğine kadar artırılarak bazı biyokimyasal olayların tetiklenmesi ve ekimden sonra çıkışın hızlandırılmasıdır. Bu periyotta çimlenmede hızlandırma sağlanırken tohumda yağ asitleri, şekerler ve enzimatik değişimler gibi biyokimyasal değişimler de meydana gelmektedir (Kaya ve ark., 2010).

Priming çalışmaları, genelde sıcaklık ve nem gibi tohumların çimlenme oranlarını azaltıcı etki yapan olumsuz çevre koşullarına karşı tohumların çimlenme süresini kısaltmak, çimlenme oranını artırmak ve güçlü fide çıkışı sağlayarak bitkide oluşacak zararı en aza indirmek için birçok bitki türünde uygulanmaktadır (Sağsöz, 2000).

İyi bir çimlenme ve toprak çıkışı bitkisel verimliliğin en önemli aşamalarından birini oluşturmaktadır. Düşük ve yüksek toprak sıcaklığı, toprak kaymak tabakası, ağır karakterli toprak, toprak tuzluluğu gibi koşullar tohumlarda strese sebep olarak geç ve düzensiz çimlenmeye veya çimlenmenin hiç oluşmamasına sebep olmaktadır. Düzensiz ve geç çimlenme ile birlikte oluşan yabancı ot, hastalık ve zararlılar, bitki gelişimini yavaşlatarak hem verimde hem de ürünün kalitesinde olumsuz etki yapmaktadır (Erdoğan, 2008).

Haris ve ark. (2001), Hindistan, Nepal ve Pakistan'da buğday tohumlarında üreticilerce uygulanan tohum priminginin değerlendirmesini yapmışlar ve priming uygulamalarının çimlenme ve çıkışı etkilemediğini ancak verimde %13-36 arasında bir artışa neden olduğunu belirlemişlerdir. Verimdeki artışın priming etkisiyle gerçekleşen erken ve hızlı çıkış, yüksek vigor, erken gelişme ve çiçeklenme gibi dolaylı faktörlerden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Giri ve Schillinger (2003), kışlık buğday tohumlarının çıkış potansiyeli düşük bölgelerde 15 cm derinliğe ekilmesinden sonra çıkışta sorun olduğu için priming çalışmasını yapmışlardır. Laboratuvarda yapılan priming uygulamasının buğday tohumlarının çimlenme ve çıkış performansları üzerine etkisi olduğunu saptamışlardır. Çeşitler arasında priming boyunca çimlenme oranı arasında farklılıklar olduğunu

belirtmiGlerdir. Bunun sonucunda nadasa bırakılan toprağa prime edilen buğday tohumlarının ekimini önermişlerdir.

Subedi ve Ma (2005), Ottawa ve Kanada'da mısırın çıkışını ve ürün oluşumunu sağlamak amacıyla yürüttükleri bir çalışmada. saksı ve tarla denemeleri kurmuşlar, yürütülen su ile priming uygulamasında, osmotik solüsyon olarak %2.5 KCl ve bitki büyüme düzenleyicileri (indol asetik asit, sitokinin, etaphan ve gibberelik asit) kullanmıGlardır. Sera koGulları altında saksı denemesinde zamanında fide çıkışı, fide canlılığı ve büyümeyi ölçerken tarla denemelerinde tarla performansı, N tepkisi ve tane verimini belirlemişlerdir. Serada yapılan çalışmada muamelelerin hiçbir uygulama yapılmayan kontrolden daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Kaya ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada ayçiçeği (*Helianthus anuus* L.) çeşidi Sanbro'nun uygulama yapılmış (kontrol, KNO_3 ve hidropriming) tohumlarında çimlenme ve fide gelişimi için tuz (NaCl) ve PEG 6000 ile kuraklık ve tuza toleransları aynı su potansiyellerinde (0.0, -0.3, -0.6, -0.9 ve -1.2 MPa) değerlendirmişlerdir. Hidropriming'in tuz ve kuraklık stresleri altında çimlenme ve fide büyümesini artırdığını saptamışlardır.

Büyükçıngıl (2007), silajlık ve tanelik sorgum tohumlarını farklı konsantrasyonlardaki polyetilen glikol (PEG-6000; 200, 300, 400gL^{-1}), NaCl (%2, %3, %4), KNO_3 (%2, %3, %4), Gliserol (%10, %20, %30) ya da borik asit (%1, %2, %3) ile 1, 2 ya da 3 gün süre ile 25°C'de muamele ettiğinde priming işleminin her iki sorgum çeşidinde tohumların düşük sıcaklıktaki çimlenme performanslarında (çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı ve çimlenme eşzamanlılığı) kontrol tohumlarına göre çok önemli iyileşmelere neden olduğunu saptamıştır.

2.1.2. Priming çeşitleri

Günümüzde priming uygulamalarında çoğunlukla hidropriming, ozmopriming ve matripriming teknikleri kullanılmaktadır (Elkoca, 2007).

Hidropriming

Tohumların ekimden önce belirli bir süre suda bekletilerek ıslatılması esasına dayanan bir işlemdir. Bu teknik priming uygulamaları içerisinde en basit yöntem olup, çimlenme, çıkış hızını ve oranını arttırmada kullanılan eski bir yöntemdir. Bu teknikte kimyasal madde kullanılmadığı için hem tohumlarda uygulama süresince kimyasal

madde birikimi önlenmekte, hem de çevreye zararlı olabilecek herhangi bir atık meydana gelmemektedir (Elkoca, 2007).

Ozmopriming

Tohumların düşük su potansiyeline sahip bir ozmotik solüsyon içerisinde belirli bir süre bırakılarak kontrollü su alımının sağlanması ancak kökçük çıkışının engellenmesi esasına dayanan bir işlemdir (Elkoca, 2007).

Matripriming

Priming ortamı olarak düşük matrik potansiyele sahip vermikülit gibi katı materyallerin kullanıldığı uygulamaya denir. Söz konusu uygulamada tohumlar genellikle -0,4 MPa ile -1,5 MPa arasında matrik potansiyele sahip katı bir ortamda bitki türüne göre değişmekle birlikte, çoğunlukla 1-14 gün süreyle tutulmaktadır (Elkoca, 2007).

2.1.3. Priming uygulaması, büyüme ve fizyolojik parametreler

Günümüze kadar yürütülmüş olan buğday ıslah çalışmalarında morfolojik kriterler ve verim esas alınmıştır. Fizyolojik kriterler üzerinde, bu kriterlerin incelenmeleri zaman alıcı ve pahalı olduğundan çok fazla durulmamıştır. Ancak son yıllarda kısa zamanda çok sayıda güvenilir ölçüm yapılabilmesine olanak sağlayan uygun aletlerin geliştirilmesine paralel olarak verimi arttırabilecek fizyolojik kriterler üzerinde de çalışmalar hızlanmıştır. Bu kapsamda net fotosentez hızı, stoma iletkenliği, bitki tacı sıklığı, klorofil flüoresansı gibi özelliklerin ıslahta kullanılabilecek önemli kriterler olarak ön plana çıktığı görülmektedir (Koç ve ark., 2001).

Biyotik ve abiyotik stres faktörleri bitkide büyüme parametreleri üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Nitekim Sekmen ve arkadaşları (2005) tuz stresi altındaki domates fidelerinde zamanla artan stresin yaş ağırlıkta azalmaya neden olduğunu bildirmiştir.

Tohuma yapılan priming uygulamaları stres faktörlerinin olumsuz etkilerinin detoksifikasyonunda son derece önemlidir. Elkoca (2007) priming uygulamalarının büyüme parametreleri üzerine tetikleyici etkisi olduğunu bildirmiştir.

Stres etkenleri stres koşulları düzelmediği takdirde bitki üzerindeki olumsuz etkilerini arttırarak ilerlerler. Koca (2007) tuz stresinin susam bitkisi üzerindeki etkisini

incelediği araştırmasında, artan tuz stresine bağlı olarak kuru ağırlık miktarının azaldığını bildirmiştir.

Büyüme parametrelerindeki gerilemenin hücre bölünmesinin azalması, büyümesinin yavaşlaması, kuraklığa toleransta rol oynayan osmoprotektant vazifesi gören proteinlerin sentezinin duraklaması gibi nedenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi; 2005).

Su fotosentezin ışıklı devre reaksiyonlarında substrat olarak kullanıldığından eksikliği durumunda fotosentez reaksiyonlarında önemli sorunlarla karşılaşılır. Kuraklık durumunda stomaların kapanmasıyla birlikte ortamda azalan CO_2, fotosentez reaksiyonlarının sekteye uğramasına neden olmakta (Sade, 2000) ve dolayısıyla büyüme parametrelerinde gerilemeler görülmektedir.

Çoban (2007), nohut genotiplerinde kuraklığa dayanıklılık üzerine yaptığı araştırmasında, farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su stresinin bitkilerin gelişmelerini ve verim komponentlerini (tane ağırlığı, bitkideki tane sayısı, bitkideki bakla sayısı, yaprak sayısı, bitki boyu) olumsuz yönde etkilediğini bildirmiştir. Aynı şekilde Köşkeroğlu (2006) da tuz stresinin mısır fidelerinde stres parametrelerinin üzerine etkileri konulu çalışmasında, stres koşullarının artmasıyla birlikte bitki boyu, gövde çapı, gövde ve kök yaş ve kuru ağırlığının azaldığını bildirmiştir.

Kuraklık stresinin bu tip olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılmasında priming uygulaması etkili bir yaklaşımdır. Tohuma yapılan priming uygulamaları büyüme proseslerini hızlandırmakta, DNA replikasyonunu arttırarak, protein sentezini teşvik etmektedir (Giri ve Schillinger, 2003).

Kuraklık stresi bitki su tutma potansiyeli üzerine de etkilidir. Özpay (2008) kuraklık stresi altında yetiştirilen fasulye bitkilerinin, nispi su potansiyellerinin, normal ortamda yetiştirilenlere göre azalma gösterdiğini bildirmiştir. Benzer şekilde Çoban (2007) nohut ile ilgili araştırmasında, kurak koşullarda bağıl su içeriği miktarının azaldığını bildirmiştir.

Kuraklık stresi stomal iletkenlik değerini de önemli ölçüde etkilemektedir. Nitekim Uzunlu (2006) da kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerinin stomal iletkenliğin azalmasına neden olduğunu bildirilmiştir. Koca (2007) farklı susam çeşitleri üzerine yaptığı araştırmasında, bitki gelişmesinin ilerleyen dönemlerinde fotosentez ve transprasyon oranı ile stoma iletkenliğinin belirgin şekilde azaldığını bildirmiştir.

Kısa boylu yazlık buğdayda sulu koşullarda tane verimi, fotosentez hızı ve stoma iletkenliği arasında pozitif ilişkiler olduğu bildirilmiştir (Bahar ve ark., 2003).

Stoma iletkenliği hem verim potansiyelini artırma hem de abiyotik gerilime dayanıklılık yönünden üzerinde oldukça uzun zamandan beri durulan bir özelliktir. Bayrak yaprağı stoma iletkenliği ve tane verimi arasındaki ilişki yaprağın yaşı ve bitkinin yetiştirilmiş olduğu koşula göre değişmektedir (Koç ve ark., 2001).

Fischer ve arkadaşları (1981) Meksika'da 1974-75 yetiştirme döneminde kısa boylu yazlık buğday genotipleri ile yürüttükleri araştırmalarında, yaprak fotosentez hızı ile stoma iletkenliğinin pozitif ilişkisi olduğunu; çiçeklenme öncesi fotosentez hızı ile verim ve verim unsurlarının ise birbirleri üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını ancak tüm ölçüm dönemlerinin ortalaması olarak fotosentez hızı ile tane verimi ve birim alandaki tane sayısı arasında pozitif ilişkiler olduğunu bildirmişlerdir. 1990-91 ve 1991-92 yıllarında 6 lokasyonda 16 buğday genotipiyle yürütülen bir araştırmada, tane veriminin çiçeklenme sonrası klorofil kaybıyla negatif, klorofil içeriği ile pozitif; çiçeklenme öncesi, çiçeklenme dönemi ve çiçeklenme sonrası stoma iletkenliği ve bitki topluluğu sıcaklık düşüşü ile ise pozitif ilişkili olduğu bildirilmiştir (Reynolds ve ark., 1994).

Kültürel işlemlerde stomal iletkenlik üzerinde önemli ölçüde etkilidir. Koç ve arkadaşları (2001) ekmeklik buğdayda artan azot dozunun bayrak yaprak stomal iletkenlik değeri ile tane verimini (% 33) önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir.

Benzer şekilde Barutçular ve arkadaşları (1993) makarnalık buğdayda stoma direnci üzerine yürüttüğü çalışmasında, stoma direncinin kuraklık stresine bağlı olarak arttığını, normal koşullarda ise azaldığını bildirmiştir.

Kuraklık stresi durumunda klorofil miktarı protein degredasyonuna bağlı olarak önemli ölçüde azalır. Çamoğlu ve arkadaşları (2011) tatlı mısır üzerine yaptığı araştırmasında, sulama suyu miktarına bağlı olarak yapraklardaki klorofil miktarının değiştiğini, su stresine karşı bitkilerin klorofil miktarını azalttığını bildirmiştir.

Siddique ve arkadaşları (1989) genetik ilerlemeye yönelik yaptıkları bir araştırmada, Avustralya buğdaylarında toplam klorofil miktarının artmasıyla, klorofil a/b oranının nispeten düştüğünü tespit etmiş ve benzer eğilimleri CIMMYT materyallerinde de görmüşlerdir. Ayrıca, stresin, özellikle de sıcaklık stresinin neden olduğu erken kurumayla gelen klorofil azalmalarının da genotipik varyasyonla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Fischer (2001), yaprakların klorofil içeriklerinin aynı zamanda fotosentetik kapasitelerinide yansıttığını ve Yadava (1986), spad değerleri ile okuma anında yaprakların içerdiği klorofil miktarları arasında linear bir ilişkinin bulunduğunu

bildirmişlerdir. Bu sistem yaprakların sahip olduğu yeşil rengin ölçülmesi yolu ile dolaylı olarak klorofil miktarı ve azot içeriğinin belirlenmesi esasına dayanmaktadır.

Yıldırım ve arkadaşları (2009) bitki örtüsü serinliği ve klorofil miktarının makarnalık buğday ıslahında kullanım olanakları üzerine yürüttüğü çalışmasında, başaklanma ve erken olum döneminde ölçülen spad değerleri yönünden genotipler arasında önemli farkların olduğunu bildirmiştir.

Priming uygulaması neticesinde, hızlı kök ve sürgün çıkışının gerçekleşmesi daha kuvvetli fide gelişimine fırsat vermekte, kurağa dayanıklılık artmakta, bitkiler daha kısa sürede çiçeklenerek hasat olgunluğuna gelmekte ve verim yükselmektedir (Elkoca, 2007). Güneş (2006) bu çalışmaya benzer olarak farklı nohut genotiplerinde yaptığı araştırmasında, nohut çeşitlerinin nispi klorofil içeriklerinin kurak koşullarda zamanla azaldığını, erken kuraklık stresinde çeşitlerin klorofil içeriklerindeki azalmanın geç kuraklık stresine oranla daha az düzeyde gerçekleştiğini ortaya koymuştur.

Klorofil miktarlarındaki azalmaya bağlı olarak fotosentetik verim değerlerinde de önemli farklılıklar görülmektedir. Yıldıztugay (2011) tuz stresi üzerine yaptığı çalışmasında, abiyotik stres faktörlerinin fotosentetik verim değerlerini düşürdüğünü bildirmiştir. Benzer şekilde Sekmen ve arkadaşları (2005) tuz stresinin domates bitkisindeki fizyolojik parametrelere etkileri üzerine yaptıkları çalışmada, abiyotik stres faktörlerinden olan tuzluluğun zamanla artan etkisinin fotosentetik verim değerlerinde azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Proteinler canlı yapısının temel ve elzem bileşenleridir. Bu sebeple stres faktörlerinin olumsuz etkilerinden çok etkilenirler. Terzi (2006) ekmeklik buğdayda abiyotik stres faktörlerinden olan yüksek sıcaklık stresi üzerine yaptığı araştırmasında, söz konusu stres faktörünün bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde protein miktarlarında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir.

Etkisi zamanla artan kuraklık stresi protein denaturasyonu ve lipid peroksidasyonuna neden olmakta, buna bağlı MDA artışı hücresel bozulmayı tetiklemekte ve hızlandırmaktadır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Şeflek (2010) dallı darı çeşitlerinin verim, bazı morfolojik, fenolojik ve fizyolojik özelliklerinin tespiti üzerine yaptığı araştırmasında bağıl su içeriği değerlerinin kuraklığa toleransa ilişkin sağlıklı bilgiler verdiğini bildirmiştir.

Özellikle bitki gelişiminde suya ihtiyacın yüksek olduğu başlangıç dönemlerinde kademeli olarak görülen kuraklığın, ilk aşamada lipid peroksidasyonuyla birlikte MDA seviyesinde önemli artışlara neden olduğu söylenebilir (Yetim, 2010). Ortamda MDA

seviyesindeki artışın istenmeyen bir durum olduğu ve söz konusu bileşenlerin ortamdan uzaklaştırılmasının bitkinin gelişimini sürdürebilmesi açısından son derece önemli olduğu ifade edilebilir. Yüksek MDA değeri söz konusu bitkilerin detoksifikasyon mekanizmasının zayıf olduğunu gösterir (Arora ve ark., 2005).

Ozmopriming uygulamalarında ön uygulamaların stres faktörlerine toleransı arttırmasının çözeltileri oluşturan kimyasalların farklı niteliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Priming uygulaması ile hücre bölünmesi, DNA replikasyonu (Giri ve Schillinger, 2003) ve antioksidatif defansın teşvik edilmesiyle (Afzal ve ark., 2006) birlikte stres faktörlerine karşı dayanıklılık artmaktadır. Stres koşulları altında en bilinen tepki başta osmoprotektantlar olmak üzere koruyucu vazifesi gören bileşenlerin sentezinin hızlandırılmasıdır. Kuraklık ve tuzluluk stresi durumunda bitkilerde sentezlenen en bilinen protein prolindir. Yüksek bitkilerde prolin birikimi kuraklık, tuzluluk, metal toksitesi, oksidatif stres ve biotik stres faktörlerine karşı bir tepkidir (Szabados ve Savoura, 2009).

2.1.4. Priming uygulaması ve antioksidatif defans

Aşamalı küresel iklim değişikliği ve ekolojik çevredeki su kaynaklarının giderek azalması bitkisel üretimi önemli ölçüde etkilemektedir (Al-Ghamdi, 2009). Kuraklık bitkisel üretim üzerindeki etkisi en şiddetli olan doğal stres faktörlerinden birisidir. Kuraklığın neden olduğu verim kayıpları diğer bütün faktörlerden daha fazladır. Suyun kısıtlı olduğu topraklarda verim artışı sağlamak ve verimde stabilite için yapılabilecek en iyi uygulama kuraklığa dayanıklı çeşitler geliştirmektir. Yeni ve hızlı çeşit geliştirmede fizyolojik yaklaşımların çok daha etkili olacağı düşünülmektedir. Yapılan az sayıda çalışma kuraklık stresi esnasında "Antioksidatif Defans Sistemi" nin önemini vurguladığından oksidatif stres, stres fizyolojisinin önemli bir dalıdır (Al-Ghamdi, 2009). Susuzluk zararının ölüme neden olan moleküler mekanizmalarından birisi hassas hücrelerde kuruma ile serbest radikallerin [(O_2^-) süperoksit radikali, (H_2O_2) hidrojen peroksit, ($OH^\cdot$) hidroksil radikali, (O_2^1) Singlet oksijen] fosfolipid, protein ve DNA' ya saldırısıdır (França ve ark., 2007). Serbest radikaller bitki hücresinin membran lipidleri, proteinler, enzimler, pigmentler ve nükleik asitler gibi yaşamsal bileşenlerine zarar verirler (Maheshwari ve Dubey, 2009).

Priming uygulaması tohumlarda serbest radikal tutucu enzimlerden olan SOD (Süperoksit dismutaz), CAT (Katalaz) ve POX (Peroksidaz) miktarlarında artış ile daha canlı fide oluşumunu sağlamaktadır (Afzal ve ark., 2006; Chiu ve ark., 1995; Chang ve

Sung, 1998). Bu tür antioksidant enzimlerin artması ile O_2^1, $OH^{\cdot}$ ve H_2O_2 gibi bitki hücresinin membran lipidleri, proteinler, enzimler, pigmentler ve nükleik asitler gibi yaşamsal bileşenlerine zarar (Maheshwari ve Dubey, 2009) veren reaktif oksijen türlerinin inaktif hale gelmesi sağlanır.

2.2. Antioksidatif Defans Sistemi

2.2.1. Sistemin tanımlanması

Kurak koşullarda gerçekleştirilen tahıl üretiminde verim ve verim stabilitesinde artış sağlamada en ideal yaklaşım kuraklığa toleranslı çeşitler geliştirmektir. Yaprak su potansiyeli bitkilerin su stresine verdiği tepkinin belirlenmesinde güvenilir bir parametredir. Kuraklık stresi altındaki bitkilerde yaprak su potansiyelinde önemli ölçüde farklılıklar görülmüştür. Bazı araştırmacılar ise su potansiyelinin belirlenmesinde yaprak nispi su içeriğinin daha etkili bir indikatör olduğunu öne sürmüşlerdir (Siddique ve ark., 1999). Bitkiler büyüme ve gelişmelerini önemli ölçüde sınırlandıran kuraklık stresine adaptasyonda farklı uyum mekanizmaları geliştirmişlerdir. Kuraklık stresi durumunda bitkiler birçok biyokimyasal ve fizyolojik tepkiler oluştururlar. Su eksikliği serbest oksijen radikalleri oluşumunu arttırır. Söz konusu radikaller membran komponentlerinin degredasyonuna, protein sülfidril gruplarının oksidasyonuna, sitoplazmik jel fazı oluşumuna ve membran fonksiyonlarında kayıplara neden olurlar. Bitkiler hücresel membran ve organellerini söz konusu bileşiklerin zararlarından koruyabilmek için antioksidatif defans sistemini geliştirmişlerdir. Bu sistem küçük molekül ağırlığına sahip askorbat, glutatyon, α tokoferol ve karotenoidler gibi enzimatik olmayan antioksidantlar ile SOD, CAT, APX (Askorbat peroksidaz) ve GR (Glutatyon redüktaz) gibi enzimatik antioksidantlardan oluşmuştur (Feng ve ark., 2004; Parvaiz, 2008; Keleş ve Öncel, 2002). Bitkilerde glutatyon, askorbat, tokoferol, prolin ve betain temel antioksidantlardandır. Önemli redoks sinyal bileşenleri olup farklı hücresel bölgelerle iletişim halindedirler. ROS (Reaktif oksijen türleri)' lar moleküler oksijenin kısmen indirgenmesiyle oluşurlar. Yukarıda adı geçen antioksidantlar bulundukları hücreleri ROS (reaktif oksijen türleri)' ları yakalamak ve detoksife etmek suretiyle oksidatif hasardan korurlar. Savunma sistemindeki tartışmasız rolleri ile enzimatik kofaktör olmalarına ilave olarak, enzimatik olmayan antioksidantlar yüksek bitkilerde mitoz bölünme, hücre büyümesi, yaşlanması ve ölümleri üzerine olan etkileriyle de bitki büyüme ve gelişmesi için son derece önemlidir. Canlı organizmalar insan aktivitelerinden ya da hava kirliliği, kuraklık,

sıcaklık gibi çevresel faktörlerden kaynaklanan stres faktörlerine maruz kalırlar. Bitkilerdeki tolerans mekanizmaları farklı stres koşullarına adaptasyonlarını kolaylaştırmıştır. Stres faktörlerinin en bilinen etkisi ROS üretim potansiyelini arttırmalarıdır (Arora ve ark., 2002; Parvaiz, 2008). Yüksek bitkiler ROS detoksifikasyonunda ve bitki hücrelerinin oksidatif hasara karşı korunmasında son derece etkili olan enzimatik ve non-enzimatik öğelerden oluşan bir savunma sistemine sahiptirler (Hong-bo ve ark., 2008; Parvaiz ve ark., 2008).

Bitkiler kuraklık stresine karşı PA ve henüz fonksiyonları tam olarak anlaşılamamış birçok protein sentezini de içine alan kompleks tepkiler verirler. Kurak koşullarda ABA, stoma kilit hücrelerini kapatması ve su kayıplarını önlemesi dolayısıyla önemli bir büyüme düzenleyicidir. Kurak koşullara adaptasyonda görülen stomaların kapanması su kaybını önlemesi yanında CO_2 alımınıda sınırladığından fotosistemdeki elektron hareketliliğinde düzensizliğe neden olurarak ROS oluşumunu tetikler. Kuraklığa toleransta oksidatif stresten korunmayı sağlayan mekanizmaların rolü önemlidir. Kurak koşullarda domateste kloroplastik SOD yetersiz kaldığında sitozolik SOD miktarı artar. Kurak koşullarda buğday ve pamukta GR aktivitesi artar. Bu artışla birlikte ortamdaki H_2O_2 uzaklaştırılır, NADP ferrodoksinden elektron almaya elverişli hale gelir. Yapılan bir çalışmada, kuraklığa toleranslı *Hordeum* türlerinde GR ve APX aktivitelerinin arttığı görülmüştür (Arora ve ark., 2002). Kurak koşullarda kuraklığa toleranslı *Tortula ruralis* ve kuraklığa hassas *Cratoneorun filicinum* liken türlerinde lipid peroksidasyon, SOD ve CAT aktiviteleri farklılıklar göstermiştir. Kurak koşullarda kuraklığa toleranslı likende artan enzim aktiviteleriyle birlikte düşük seviyelerde lipid peroksidasyonu görülürken, hassas türde ters tepkiler görülmüştür. Araştırmanın devamında toleranslı likende glutatyon metabolizması çalışılmış, kuraklık stresinin belirlenmesinde indirgenmiş glutatyonun iyi bir indikatör olduğu bildirilmiştir (Arora ve ark., 2002; Dhindsa ve Matowe, 1981). Kuraklığa hassas ve toleranslı mısır hatlarında çalışılmış, toleranslı hatlarda dayanıklılık SOD ve GR aktivitesi ile ilişkilendirilmiş ancak tek başına bir enzimde görülen artışın kuraklığa toleransla ilişkilendirilemeyeceği bildirilmiştir (Arora ve ark., 2002; Malan ve ark., 1990).

Bitkiler yüksek ışık yoğunluğu, yüksek sıcaklık, kuraklık, tuzluluk, aşırı herbisit uygulaması ve mineral eksikliği gibi çevresel stres faktörlerine maruz kaldıklarında ROS üretimi ve antioksidatif defans sistemi arasındaki denge bozulur. Bu durum genellikle oksidatif stresle sonuçlanır. Bitkilerde antioksidant üretimini teşvik eden genlerin belirlendiği, çoğaltıldığı ve söz konusu genlerin transgenik hatlarda kullanıldığı

birçok çalışma yapılmıştır. Çok sayıdaki araştırmada abiyotik stres faktörlerine toleransta enziminatik antioksidantların aktif olarak rol aldığı Halliwell-Asada yolunun önemi vurgulanmıştır (Keleş ve Öncel, 2002; Parvaiz, 2008). Antioksidatif defans sistemi bitki hücrelerinin ROS' lara karşı korunmasını sağlamak için geliştirilmiştir. Askorbat, glutatyon ve tokoferoller aerobik hücrelerde bulunan antioksidantlardır. Karotenoidlerde fotosentetik sistemlerdeki önemli antioksidantlardır (Keleş ve Öncel, 2002).

2.2.2. ROS tanımlanması ve etkileri

Çoğu zaman ROS üretimi genetik olarak programlanmıştır. Farklı gelişme devrelerinde çevresel koşullara da bağlı olarak artış gösterebilir. ROS ların birincil ve ikincil metabolizma üzerinde önemli etkileri vardır. Günümüze değin ROS üretimini tetikleyen faktörler oksidatif stres başlığı altında kategorize edilmekteydi. Her ne kadar çoğu zaman aksi görülse de oksidatif stresin bitkilerde herhangi bir stres faktörü ile karşılaşıldığında antioksidatif defans sisteminin aktif hale geçmesini sağlayan bir sinyalizasyon mekanizması olduğuda düşünülmektedir.Yüksek bitkilerdeki birçok bölge potansiyel ROS kaynağıdır (Hong-bo ve ark., 2008). ROS temel olarak oksijenin suya indirgenmesi esnasında oluşur. Kuraklık, tuzluluk, ozon, yüksek ve düşük sıcaklık gibi çevresel stres faktörleri CO_2 fiksasyonunu kısıtlar, Calvin döngüsü ve fotosentetik elektron transport zincirinde $NADP^+$ azalır neticede kloroplastta O_2^- ve O_2^1 gibi ROS türleri oluşur (Szabados ve Savoure, 2009). Serbest radikaller ve diğer aktif oksijen türleri biyolojik redoks reaksiyonlarının ürünleridirler (Arora ve ark., 2002). Reaktif oksijen türleri enzimleri inaktive ederek hücresel komponentlere zarar verirler. Artan toksik oksijen türleri stresin en bilinen göstergesidir. Bitkiler ve diğer organizmalar bu problemle mücadelede farklı mekanizmalar geliştirmişlerdir. Serbest radikaller lipid peroksidasyonunu başlatarak yağ asitlerinin esterifikasyonuna neden olur. Etilen üretimi ile membran zararlanmaları da serbest radikallerin etkilerindendir. Antioksidatif defans sisteminin aktivitesi ve kapasitesi oksidatif zararın önlenmesinde ve normal metabolizma ürünleri olan aktif oksijen türlerinin yok edilmesinde son derece önemlidir. Canlı hücrelerde reaktif oksijen türleri normal metabolizma ürünleri olarak ta üretilirler (Arora ve ark., 2002; Fridovich, 1995; Alscher ve ark., 1997). Fotosentetik elektron transport sistemi bitki dokularındaki temel ROS kaynağıdır (Arora ve ark., 2002; Asada, 1994). Fotosentez kaynaklı ROS' lar fotorespirasyon reaksiyonlarında karşılaşılan oksigenaz' ın ribüloz-1,5-bifosfat karboksilaz ile reaksiyonu, diğeri ise

moleküler oksijenin PSI (Fotosistem I)' de doğrudan indirgenmesi şeklindedir. PSII (Fotosistem II) elemanları da moleküler oksijeni yüksek enerjili O_2^1'' e çevirebilme özelliğindedir (Arora ve ark., 2002; Bennoun, 1987). Oksidatif stres tetiklenen bir prosestir. Bitkide oluşturacağı hasar oksidatif ve antioksidatif kapasite arasındaki denge ile ilişkilidir. Normal şartlar altında antioksidatif defans sistemi canlıyı ROS' ların oluşturabileceği zararlardan korur. Gerek doğal gerekse insanların neden olduğu stres faktörleri toksik oksijen türleri üretimini arttırır. PSII reaksiyon merkezi proteinleri ve apoplastik boşluklar ROS saldırısına karşı savunmasız bölgelerdir. Moleküler oksijen genellikle fotosentetik elektron transport zincirinde suyun indirgenmesiyle üretilir. Burada üretilen oksijen elektron akseptörü olarak O_2^-'' e indirgenir ya da fotorespirasyonla asimile edilir. Bu reaksiyonların hem pozitif hem de negatif etkileri olabilmektedir. Elektronların oksijene aktarılmasıyla üretilen O_2^- metabolizmaya katılamadığından antioksidatif defans sistemi ile elimine edilir (Arora ve ark., 2002). Birçok ROS bitkilerde fotosentez, fotorespirasyon ve solunum gibi metabolik reaksiyonlar sonucunda devamlı olarak üretilmektedir. ROS' lar birçok hücresel enzimatik ve non-enzimatik mekanizmayla hızlı bir şekilde detoksife edilmektedir (Hong-bo, 2007). Oksidatif stres ROS üretimi ve antioksidatif defans arasında önemli ölçüde denge kaybı olduğunda gerçekleşir. ROS' lar belli seviyelerde sinyal iletim mekanizması olarak görev alsalar da bir süre sonra hücresel kompartmanlara zarar verirler. ROS' lar son derece reaktif moleküllerdir ve her türlü hücresel yapıya zarar verebilirler. Genellikle mitokondri, kloroplast, peroksizom, plazma membranı ve apoplastta bulunurlar. Stres koşullarına bağlı sınırlı CO_2 Calvin döngüsünde karbon indirgenmesini azaltır. Fotosentezde elektron akseptörü olarak rol alan yükseltgenmiş $NADP^+$ azalır. Fotosentetik elektron transferinde ferrodoksin indirgenirken PSI kaynaklı elektronlar oksijene transfer olarak O_2^- oluşumuna neden olur. Bu işlem "Mehler Reaksiyonu" olarak tanımlanır. Söz konusu reaksiyon ile reaktivitesi yüksek ROS oluşumu tetiklenir. Hücre içerisinde ROS oluşumu ortamdaki elektron sızıntısına bağlı olarak mitokondride gerçekleşir. ROS' lar lipidlere, protein ve DNA' ya zarar verirler. Membran lipid peroksidasyonu ani susuzluk ve hücre ölümlerinde hücresel sızıntıya öncülük eden ROS' ların doymamış yağ asitleri ile reaksiyona girmesiyle gerçekleşir. ROS' ların birincil olumsuz etkisi doymamış yağ asitlerini otooksidatif reaksiyon zinciri ile bozmalarıdır. Proteinlere yapılan oksidatif saldırı özel aminoasit modifikasyonları oluşumu, peptid zincirlerinin parçalanması, cross link reaksiyon ürünlerinin kümeleşmesi ve proteolisise hassasiyetin artmasıyla sonuçlanır. ROS' lar DNA

seviyesinde kesilme, mutasyon ve diğer birçok öldürücü genetik etkiye sahiptir. Antioksidant seviyesi yüksek olan bitkilerin oksidatif zarara karşı önemli ölçüde dayanıklı oldukları bilinmektedir. ROS üretimine bağlı sinyal iletimi hücre dışı uyarıcılarla başlayan, hücre içi aktivitelerin tetiklenmesiyle devam eden bir prosestir. Hücre dışındaki oluşumlar nükleusta sinyal iletimini sağlayan gen bölgelerinin uyarılmasını teşvik eder. ROS algılayıcılarının aktiviteleri gen ekspresyonuna bağlı olarak kademeli artış gösterir. Sinyal iletim yolunun bileşenleri ROS tarafından okside olarak uyarı oluşturabilirler (Parvaiz ve ark., 2008). Doğal olan ve olmayan stres faktörleri ROS miktarında artışa neden olur (Keleş ve Öncel, 2002). Yüksek bitkilerde diğer aerobik canlılar gibi enerji üretimi için oksijeni kullanırlar. Oksijenin suya indirgenmesi esnasında ROS üretilir. Yüksek bitkilerdeki birçok hücresel kompartman potansiyel ROS kaynağıdır. Kuraklık, tuzluluk, ozon, yüksek ve düşük sıcaklıklar gibi karbondioksit fiksasyonunu kısıtlayan çevresel stres faktörleri, Calvin döngüsündeki NADP rejenerasyonunu azaltarak fotosentetik elektron transport zincirini sekteye uğratır ve kloroplastta ROS üretimine neden olur. Karbondioksit fiksasyonunun kısıtlı olduğu bu tür durumlarda bitkiler NADP rejenerasyonu için fotorespirasyon yolunu kullanırlar. ROS' ların yüksek sitotoksik ve reaktif doğaları üretim ve birikimlerinin önemli ölçüde kontrol altında olmasını gerektirmektedir (Hong-bo ve ark., 2007).

Hidroksil radikali (OH^-)

H_2O_2 ve O_2^- nispi olarak çok zararlı olmasalar da en zararlı reaktif oksijen türlerinden lipid peroksidasyonuna neden olan, DNA protein ve birçok küçük moleküllü hücresel bileşenin yapısını bozan OH^- oluşumuna katıldıklarından zararlıdırlar. 19. yüzyılda "Fenton reaksiyonu" H_2O_2' nin demir tuzları ile okside olma potansiyeli olarak tanımlanmıştı. Bundan kırk yıl sonra, Haber ve Weiss söz konusu reaksiyonlarda OH^-' ni yükseltgen olarak tanımlamıştır. Ortamdaki demir iyonunun varlığına bağlı olarak O_2^- ve H_2O_2' den OH^- oluşur ve organik substratlarda yükseltgenme reaksiyonları başlar. Söz konusu reaksiyonlar esnasında bakır gibi metal iyonları demir iyonları ile yer değiştirebilir (Arora ve ark., 2002). H_2O_2 ve O_2^- hücre içerisinde düşük konsantrasyonlarda bulundukları takdirde zararsızdırlar, ancak hücresel komponentlere zarar veren, lipid peroksidasyonuna neden olan, DNA, protein ve küçük moleküllü hücresel bileşenlerin yapısını bozan OH^-' nın oluşumuna katıldıklarından dolayı son derece zararlı olabilirler (Sade ve ark., 2011; Yetim, 2010; Arora, 2002).

Organik substratların oksidasyonu iki şekilde gerçekleşir;

- OH^-'nin bir organik moleküle eklenmesi ile
- Hidrojen atomunun organik molekülden ayrılmasıyla (Arora ve ark., 2002).

OH^-'nın oluşumu suyun yüksek enerji ile iyonizasyonudur.

$$H_2O \rightarrow {}^{\bullet}OH + H^{\bullet} + e_{aq}^-$$

H_2O_2 ise O_2^- ile tepkimeye girerek en reaktif ve zarar verici serbest oksijen radikali olan OH^-'yı oluşturmak üzere kolaylıkla yıkılır. Bu tepkimeye Haber-Weiss tepkimesi denir ve tepkime katalizörsüz ortamda oldukça yavaşken, demirin katalizörlüğünde son derece hızlıdır (Arora, 2002). ROS' lar toksik aerobik metabolizma ürünleridirler. Bir çok hücresel bileşenle reaksiyona girerek oksidatif hasarı tetiklerler (Sun ve ark., 2007; Mittler, 2002). Demir eksikliği hem monokotiledon hem de dikotiledon bitkilerde klorofil sentezini ve kloroplast gelişimini sekteye uğratır (Sade ve ark., 2011; Yetim, 2010; Sun ve ark., 2007; Graziano ve ark., 2002). Demirin serbest iyonik formu (redoks reaksiyonlarındaki katalitik aktivitesinden dolayı) Haber-Weiss ve Fenton reaksiyonlarına katılarak ROS oluşumunu katalize eder (Sun ve ark., 2007; Asada ve Takashi, 1987).

$$O_2^{\bullet} + Fe^{+3} \rightarrow O_2 + Fe^{+2}$$
$$Fe^{+2} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{+3} + {}^{\bullet}OH + OH^-$$
$$O_2^{\bullet} + H_2O_2 \rightarrow {}^{\bullet}OH + OH^- + O_2$$

Şekil 2.1. OH^- üretimi

Katalizörlü tepkimede demir önce Fe^{+3} (ferrik) formdan O_2^- ile Fe^{+2} (ferröz) forma indirgenir. Fe^{+2} form Fenton tepkimesi ile Fe^{+3} forma tekrar yükseltgenirken $^{\bullet}OH$ ve OH^- üretilir (Antmen, 2005). Demir; kloroplast ve mitokondrideki elektron transport zincirinde önemli bir komponent olması nedeniyle eksikliği durumunda elektron transportunu sekteye uğratarak ROS üretimine neden olur (Sun ve ark., 2007; Graziano ve Lamattina, 2005). Bazı araştırmalarda Fe eksikliği durumunda APX, POD ve CAT aktivitesinin sırasıyla %43, %16 ve %60' a kadar azaldığı bildirilmiştir (Sun ve ark., 2007). NO (Nitrikoksit), lipid peroksidasyon esnasında üretilen Lipid Alkoksil ve Lipid

Peroksil radikalleriyle reaksiyona girerek lipid peroksidasyonunu durdurur (Yetim, 2010; Sun ve ark., 2007; Beligni ve Lamattina, 1999). Demir eksikliği durumunda NO tarafından arttırılan CAT, POD ve APX aktiviteleri, bu üç enzimin demir eksikliği durumunda ROS inaktivasyonunda önemli rolleri olduğuna işaret etmektedir (Sade ve ark., 2011; Yetim; 2010; Sun, 2007).

Prolin: multifonksiyonel aminoasit

Prolin birçok bitki türünde çevresel stres faktörlerine tepki olarak biriktirilir. Prolin uyum yeteneği yüksek olan bir aminoasit olup, esansiyel bir birincil metabolizma ürünüdür (Szabados ve Savoure, 2009; Kemble ve MacPherson, 1954).

Prolin' in yüksek bitkilerde farklı stres koşulları altında artma eğilimi gösteren bir aminoasit olduğu birçok araştırmada bildirilmiştir. Prolin miktarının kuraklık (Szabados ve ark., 2009; Choudhary, 2005), yüksek tuzluluk (Szabados ve ark., 2009; Yoshiba, 1995), yüksek ışık ve UV (Szabados ve ark., 2009; Saradhi, 1995), oksidatif stres (Szabados ve ark., 2009; Yang, 2009), metal stresi ve biyotik stres faktörleri koşullarında arttığı belirlenmiştir (Szabados ve ark., 2009; Fabro, 2004; Haudecoeur, 2009). Prolin' in osmoprotektif fonksiyonu tuz stresine maruz kalmış bakterilerde görülmüş, söz konusu canlı grubunda prolin birikimiyle tuza tolerans ilişkilendirilmiştir. Birçok çalışmada herhangi bir stres faktörüne maruz kalmış bitkilerde görülen prolin birikiminin koruyucu etkisi olduğu ifade edilmiştir (Szabados ve Savoure, 2009; Hare ve Cress, 1997; Verbruggen ve Hermans, 2008). Ancak abiyotik stres faktörlerine maruz kalmış bitkilerde prolin miktarıyla abiyotik strese toleransın her koşulda ilişkilendirildiğini söylemek doğru olmaz. Örneğin soğuğa ve tuzluluğa hipersensitive reaksiyon gösteren Arabidopsis (*Arabidopsis thaliana*) mutantlarında prolin birikimi karakteristiktir. Kuraklığa dayanıklı çeltik türlerinde prolin miktarı yüksektir ancak arpa (*Hordeum vulgare*) çeşitlerinde prolin miktarı tuza toleransla ilişkilendirilmemelidir (Szabados ve Savoure, 2009).

Bitkilerde prolin metabolizmasının işleyişi

Bitkilerde prolin çevresel koşullara bağlı olarak hücrelerin farklı bölümlerinde sentezlenebilmektedir. Soya fasulyesinin nodüllerindeki sitozolde PDH (prolin dehidrogenaz) belirlenmiş, böylece prolin oksidasidasyonunun nitrojen fiksasyonu esnasında bakteroidlere enerji sağladığı öne sürülmüştür. P5CDH (prolin-5-karboksilaz dehidrogenaz) aktivitesi sınırlandığında P5C (prolin-5-karboksilaz) prolin döngüsü

mitokondrial elektron transfer zincirine yüksek miktarlarda elektron aktararak ROS oluşumuna neden olur (Szabados ve Savoure, 2009; Kleffmann, 2004). Prolin transportu sitozol, kloroplast ve mitokondri arasında olmaktadır. Fizyoloji bilgilerine göre, mitokondrideki prolin alımı aktif bir prosestir ve spesifik aminoasit hareketliliğine işaret eder. Plazma membranındaki prolin taşıyıcıları birçok bitkide tanımlanmıştır. Söz konusu yapılar hücreler ve organlar arasındaki prolin aktarımını sağlar (Szabados ve Savoure, 2009; Grallath; 2005). Son zamanlarda makarnalık buğdayın mitokondrisinde iki adet prolin taşıyıcısı belirlenmiştir. Bunlardan birisi prolinlerin mitokondrial matriks' e aktarımını sağlarken diğeri prolin ve glutamat' ın mitokondrial matriks ve sitozol arasında taşınmasında görev alır. Halofit bitkilerden *Limonium latifolium*' un normal koşullarda vakuollerinde bulunan prolinin tuz stresine maruz kalmış bitkilerin sitozollerinde de yüksek miktarlarda bulunduğu tespit edilmiştir (Szabados ve Savoure, 2009).

Prolin metabolizmasının regülasyonu

Prolin biyosentezi ve katabolizması susuzluk esnasında aktive olurken, koşullar normale döndüğünde inaktive olur. Bitkilerde prolin biyosentezi iki adet P5CS geninin aktivasyonu ile kontrol edilir. Her iki P5CS (prolin-5-karboksilaz sentetaz)gen çiçek gelişim döneminde prolin sentezi için bitki kök apikal meristemlerinde aktive edilir. PDH transkripsiyonu rehidrasyon ve prolinle aktive olurken abiyotik stres koşulları altında prolin degredasyonunu önlemek için baskı altında tutulur (Szabados ve Savoure, 2009).

Prolin birikimi ve strese tolerans

Önceki araştırmalarda prolinin osmotik stres koşullarında hücre içerisindeki yapılar ve makromolekülleri koruyan bir osmolit olduğu düşünülmekteydi. Ancak günümüzde, bitkilerde gerçekleşen prolin birikiminin strese toleransta birçok açıdan etkili olduğu bilinmektedir (Szabados ve Savoure, 2009; Kavi Kishor, 2005). Prolin proteinleri bozulmadan koruyan ve farklı enzim aktivitelerini düzenleyen moleküler bir şaperondur. Günümüzde birçok çalışmada, prolinin ROS' lardan O_2^{1}' nin zararını önlemesi dolayısıyla antioksidant olduğu öne sürülmüştür (Szabados ve Savoure, 2009; Matysik, 2002). Fungus ve mayalarda prolinle yapılan ön uygulamanın ROS seviyesini azalttığı, dolayısıyla programlı hücre ölümlerini önlediği, insan hücrelerini carcinogenic oksidatif stresten koruduğu ve alg hücrelerinde ağır metal stresi durumunda görülen

lipid peroksidasyonunu azalttığı görülmüştür (Szabados ve Savoure, 2009; Mehta ve Gaur, 1999). Prolin ön uygulaması çeltikte cıva toksitesi durumunda H_2O_2 gibi hareket ederek ROS' ları yakalar ve bitkiyi söz konusu durumun olumsuz etkilerinden korur. O_2^1 ve OH^-' in PSII üzerindeki olumsuz etkisi tilakoid membranlarından izole edilmiş prolin ile bertaraf edilebilir (Szabados ve Savoure, 2009; Alia ve Mohanty, 1997). Transgenik alg ve tütün bitkilerinde P5CS gen aktivitesinin arttırılmasına bağlı olarak görülen prolin biyosentezindeki artış, ROS seviyesinde düşüş sağlamıştır. Doğrudan ROS tutma özelliğine alternatif olarak prolin, ROS yakalayıcı enzimleri koruyup stabilize eder ve alternatif detoksifikasyon yollarını aktive eder.

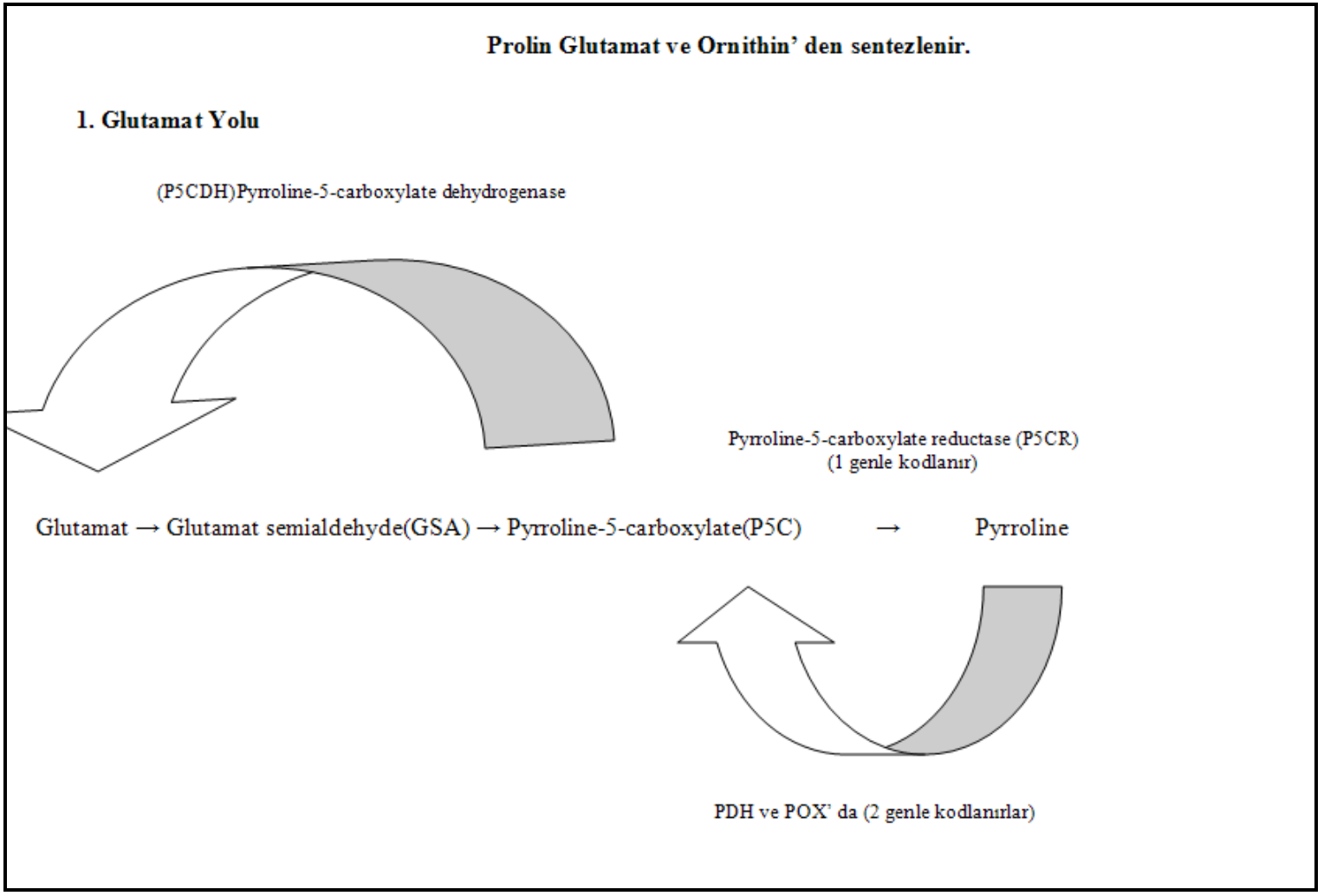
Tuz stresi altındaki tütün hücrelerinde prolin peroksidaz, glutatyon S transferaz, SOD ve CAT aktiviteleri ile glutatyon redoks seviyelerinde artış sağlanır. Koruyucu ve yakalayıcı özelliğinin yanı sıra prolin metabolizması ile stres koşulları altında günümüzde hala tam olarak anlaşılamamış bir mekanizma ile hücresel homeostasis stabilize edilir (Szabados ve Savoure, 2009; Chaves, 2009). Prolin biyosentezi stres koşulları altında $NADP^+$ havuzunun devamlılığının sağlanmasında önemlidir. Bir çöl bitkisi olan *Pancratium maritimum* tuz stresi durumunda CAT ve POX' ları prolin tarafından stabilize ettiği belirlenmiştir.

Prolin' in mitokondride önemli koruyucu fonksiyonları vardır. Koşullar normale döndüğünde prolinin, PDH ve P5CDH ile oksidasyonuyla değişen prolin havuzu mitokondrinin solunum zincirine elektron sağlar, böylece büyüme için gerekli enerji de sağlamış olur (Szabados ve Savoure, 2009; Hare ve Cress; 1997). Prolin katabolizması hücresel ROS dengesinin sağlanmasında ve birçok hücresel tepkimede önemli bir regülatördür (Szabados ve Savoure, 2009).

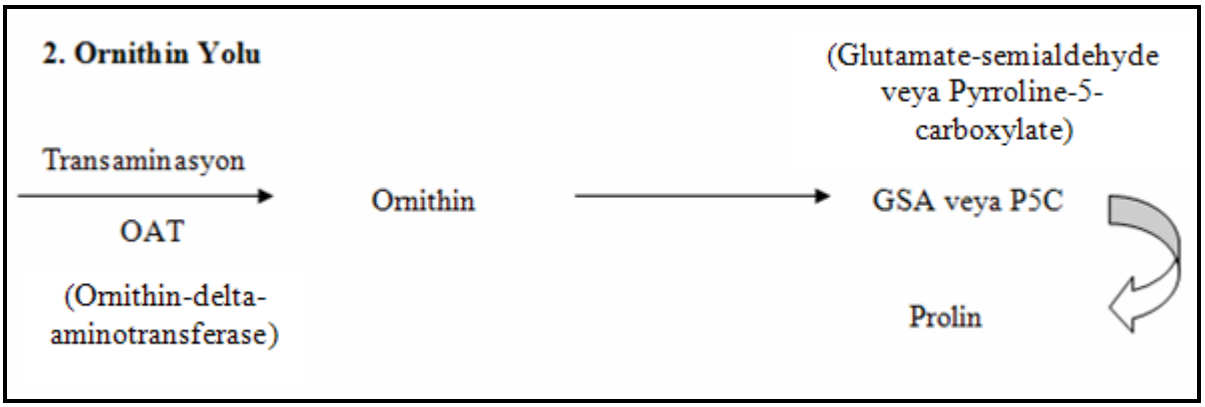
Prolin' in regülatör fonksiyonu

Birçok araştırmada, prolinin bitki büyümesini kontrol eden, sinyal molekülü olarak görev yapan bir regülatör fonksiyonu gördüğü, öne sürülmektedir. Prolin genellikle koruyucu fonksiyonu olan bir metabolit olarak bilinmesine rağmen, eksojen uygulamalarda bitki büyümesini ve hücre bölünmesini durduran öldürücü etkileri olabilmektedir. Prolinle yapılan ön uygulamanın *Arabidopsis* tohumlarında çimlenmeyi durdurduğu, *Petunia* bitkisinde büyümeyi kısıtladığı, PDH aktivitesinin düşük olduğu *Thellungiella halophila* bitkisinde kök gelişimini durdurduğu görülmüştür (Szabados ve Savoure, 2009; Kant, 2006). Prolin metabolizmasını aktive eden bazı genler strese adaptasyonda önemli olabilmektedir. Prolin oksidasyonu mitokondrial ROS seviyesini

regüle edebilir ve programlı hücre ölümlerini tetikleyebilir. Prolin degredasyonunun inhibisyonu prolin akümülasyonunu tetikleyebilir. Bitkilerde prolin sentezi çoğunlukla glutamattan gerçekleşir. Glutamat P5CS enzimi tarafından glutamat semialdehit' e indirgenir ardından prolin-5-karboksilat' a dönüştürülür. Prolin katabolizması prolinden P5C (prolin-5-karboksilaz)' yi ve oluşturan, P5C' yi glutamata dönüştüren, P5C dehidrogenazı üreten PDH ve POX' un ardışık reaksiyonları vasıtasıyla mitokondride gerçekleşir (Szabados ve Savoure, 2009).



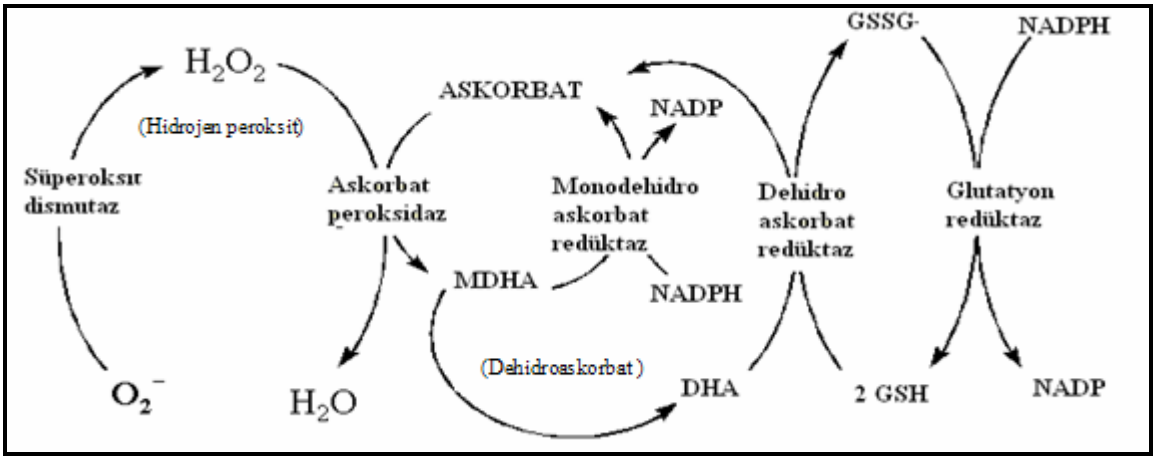
Şekil 2.2. Prolin sentezinde Glutamat yolu (Szabados ve Savoure, 2009)



Şekil 2.3. Prolin sentezinde Ornithin yolu (Szabados ve ark., 2009)

2.3. ROS' ların Detoksifikasyonu, Askorbat Glutatyon Döngüsü

Askorbat Glutatyon döngüsü zararlı metabolizma ürünleri olan ROS' ları H_2O_2' ye dönüştürmek suretiyle detoksife eden metabolik bir prosesdir. Bu döngü ASC (Askorbik asit), GSH (Glutatyon), NADPH ve bu metabolitlerin birlikte çalışmasını sağlayan antioksidant enzimleri içerir. Bu döngünün ilk aşamasında H_2O_2 elektron donörü olarak ASC kullanan APX ile suya indirgenir ve MDHA (Monodehidroaskorbat)' ya oluşur. MDHA hızlı bir şekilde ASC ve DHA (Dehidroaskorbat)' a indirgenmezse yüksek radikal özellik gösterir.



Şekil 2.4. Halliwell–Asada yolu (Keser, 2005)

MDHA (Okside askorbat), MDHAR (Monodehidroaskorbat redüktaz) tarafından MDHA elektron donörü olarak NADH kullanan MDHAR vasıtasıyla yenilenerek ASC' ye dönüştürülür. Öte yandan oluşan DHA, DHAR (Dehidroaskorbat redüktaz) vasıtasıyla GSH harcanarak tekrar ASC' ye indirgenir. Neticede ASC her iki koldan yenilenmiş ve GSSG (Okside glutatyon) oluşmuş olur. Sonraki aşamada okside glutatyon NADPH' yı elektron donörü olarak kullanan GR vasıtasıyla GSH' ya

indirgenir. Böylece H_2O_2' den NADPH' ya kadar gerçekleşen elektron akışı ile döngüdeki ve Glutatyon yenilenir ve H_2O_2 detoksife edilmiş olur. Bitkilerde Askorbat Glutatyon döngüsü sitozol, mitokondri, plastidler ve peroksizomlarda çalışır (Yetim, 2010).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Priming uygulamalarının ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* T.) büyüme ve fizyolojik parametreler üzerine etkilerinin incelendiği araştırmada, fide dönemi su stresinin meydana getirdiği fizyolojik tepkilerin belirlenmesi için saksı denemeleri S.Ü. Ziraat Fakültesi Kontrollü İklim Odasında, laboratuar analizleri ise S.Ü. Ziraat Fakültesi Fizyoloji laboratuarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1, 3.2, 3.3).

Araştırmada materyal olarak Altay 2000 ve Kıraç 66 ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmıştır. Denemede kullanılan ekmeklik buğday çeşitlerini belirlemek amacıyla yapılan ön çalışmada, ülkemiz kuru tarım koşullarında yaygın olarak yetiştirilen 10 çeşit (Kıraç 66, Gerek 79, Karahan-99, Bezostaja 1, Altay 2000, Bağcı-2002, Tosunbey, Bayraktar 2000, Palandöken 97, Tir) ve sulanan alanlar için önerilen 2 çeşit (Konya-2002, Çetinel 2000) olmak üzere toplam 12 ekmeklik buğday çeşidinden, priming uygulamalarına biri olumlu diğeri olumsuz tepki veren iki çeşit seçilmiştir.

Denemede ön uygulamalara olumlu tepki veren Altay 2000 çeşidi ile ön uygulamalara olumlu tepki vermeyen Kıraç 66 ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Altay 2000 çeşidi; Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2000 yılında tescil ettirilmiş, orta erkenci, kışlık tabiatlı ve kuru tarım alanları için önerilen bir ekmeklik buğday çeşididir. Doğal ve yapay epidemi koşullarında sarı pasa dayanıklı, kara ve kahverengi pasa orta dayanıklı, sürme ve toprak kaynaklı buğday mozaik virüsüne dayanıklı ve rastığa orta dayanıklıdır. 100-110 cm boylanabilen çeşitte yatma görülmez. Çeşidin bin dane ağırlığı 36-40 g, hektolitre ağırlığı 80-84 kg'dır. Kıraç 66; çeşidi 1968 yılında Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilmiş 100-110 cm boylanabilen orta erkenci, yatmaya dayanıklı bir ekmeklik buğday çeşididir. Kışa dayanıklılığı iyidir. Çeşidin bin dane ağırlığı 33-36 g, hektolitre ağırlığı 79-81 kg'dır. Sürme ve rastığa dayanıklı, sarı ve kahverengi pasa orta dayanıklı bir ekmeklik buğday çeşididir.

Priming uygulamalarında kullanılacak etken maddeler ön denemeler sonucunda, deiyonize saf su, %2 KCl (Potasyum klorür), %0,5 KH_2PO_4 (Potasyum dihidrojen fosfat), %10 PEG 8000 (Polietilen glikol), %0,1 NaCl (Sodyum klorür) ve %0,5 KNO_3 (Potasyum nitrat) çözeltilerinden çeşitlerin olumlu tepki vermediği %10 PEG 8000 ve %0,5 KNO_3' ün elenmesiyle kontrol grubu dahil olmak üzere beş adet olarak belirlenmiştir.

Tohum ilaçlamasında fungusit olarak Thiram (%80 WP, 300g/100 kg) kullanılmıştır.

Projenin saksı çıkış ve fizyolojik analizler için yürütülen denemelerinde kullanılmak üzere; organik madde yönünden zayıf ve kireç içeriği yüksek, İç ve Orta Anadolu Bölgesi'nin buğday ekilen alanlarını temsil edebilecek nitelikte toprak temin edilmiş, 4 mm' lik elekten geçirilmiş, hava neminde kurutulmuş ve projenin saksı denemelerinde kullanılmak üzere çuvallanarak depolanmıştır.

Denemeler 18 cm çapında, 16 cm yüksekliğinde ve 3 kg' lık plastik saksılarda yürütülmüştür.

3.2. Metot

Denemeler "Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Desenine" göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur (Şekil 3.1, Şekil 3.2). Deneme faktörüleri şu şekilde özetlenebilir;

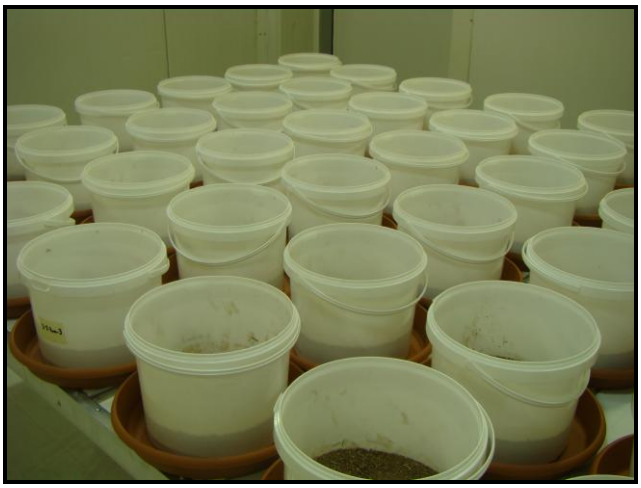
Ekmeklik buğday çeşitleri	Altay 2000, Kıraç 66
Priming uygulamaları	Kontrol, NaCl, KH_2PO_4, KCl ve H_2O
Ortamlar	Normal ortam (ihtiyaç duyuldukça sulamanın yapıldığı) Kurak ortam (sulamanın yapılmadığı)
Örnekleme zamanları	Çıkıştan sonraki 7. ve 14. günler



Şekil 3.1. Denemenin kurulması



Şekil 3.2. Tabakların yayılması



Şekil 3.3. Saksılara toprak ilavesi

Priming uygulamaları kontrol, saf su, %2 KCl (potasyum klorür), %0,5 KH_2PO_4 (potasyum dihidrojen fosfat), %0,1 NaCl (Sodyum klorür) olarak ele alınmıştır (Giri ve Schillinger, 2003). Ayrıca, kontrol olarak ekim öncesi tohumlara hiçbir uygulamanın yapılmadığı tohumlar kullanılmıştır. Her uygulama için her çeşitten saksı başına 100' er tohum tohum kullanılmış, uygulamalar 24°C' de oda koşullarında 12 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Giri ve Schillinger, 2003).



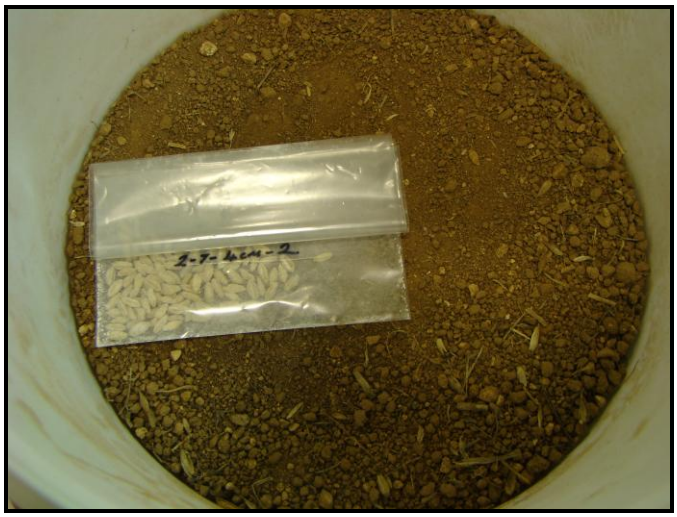
Şekil 3.4. Tohumların bez torbalara aktarılması

Her çeşitten saksı başına sayılan 100’ er adet tohum, her priming etkeni ve çeşit için farklı şekillerde kodlanmış geçirgen bez torbalara aktarılmış, bez torbalar tohumları askıda tutacak şekilde hazırlanmış 2 lt hacmindeki priming çözeltilerine daldırılmıştır (Şekil 3.3, 3.4, 3.5). Belirtilen süre sonunda çözeltilerden alınan tohumlar, önce çeşme suyuyla solüsyonlardan arındırılmış, ardından saf sudan geçirilerek kurutma kâğıtlarının üzerine alınmıştır.



Şekil 3.5. Priming uygulaması

Ön uygulama yapılmış tohumlar, işleme tabi tutulmadan önceki nem içeriklerine (%13) ulaşıncaya kadar, ortalama 48 saat, oda koşullarında belli aralıklarla karıştırılarak kurutulmuştur (Giri ve Schillinger, 2003).



Şekil 3.6. Tohumların ilaçlanması

Bu işlemin sonunda her bir saksıya ait tohumlar içerisinde 0,02 g fungusit (Thiram, %80 WP, 300g/100 kg) bulunan plastik poşetlere aktarılmış, ilaçlanarak ekime hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10).



Şekil 3.7. Ekim öncesinde saksılar

Saksı denemesinde kullanılacak olan toprak 4 mm' lik elekten geçirildikten sonra saksılara 5 cm kalınlığında bir katman oluşturulacak şekilde tartılarak (1615 g) eklenmiştir (Giri ve Schillinger, 2003).



Şekil 3.8. Saksılara toprak ilavesi

Hazırlanan saksılar 24° C oda sıcaklığında 26 cm çapında ve 4 cm yüksekliğinde tabaklara koyulmuş ve toprak hacminin % 25' ine tekabül edecek şekilde 48 saat süreyle 390 ml saf su ile sature edilmiştir (Giri ve Schillinger, 2003).



Şekil 3.9. Toprağın saturasyonu



Şekil 3.10. Ekimden sonraki toprak ilavesi

Bu uygulamadan amaç toprak su içeriğinin % 25 olarak ayarlanmasıdır. İstenilen nem içeriğine gelen toprak katmanının ortalama 1 cm derinliğine 2 cm sıra arası olacak şekilde 100' er adet tohum elle ekilerek (Şekil 3.11, 3.12), her bir kaba 4 mm elekten geçirilmiş 3 cm kuru toprak, 4 cm ekim derinliğini sağlayacak şekilde eklenmiştir (Giri ve Schillinger, 2003). Kurak koşullardaki saksılara deneme süresince herhangi bir sulama işlemi uygulanmazken, normal koşullardaki saksılara birer gün ara ile 75' er ml su verilmiştir.



Şekil 3.11. Ekim işlemi



Şekil 3.12. Su ilavesinden sonra saturasyon işleminin gözlenmesi

Priming uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılmış Altay 2000 ve Kıraç 66 ekmeklik buğday çeşitlerinde, büyüme ve fizyolojik özellikler üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla bitkilerde aşağıda belirtilen ölçümler yapılmıştır;

3.2.1. Büyüme parametreleri

Priming uygulanmış gruplardaki her bir saksıdan çıkıştan sonraki 7. ve 14. günlerde 2' şer adet bitki örneği alınmış, fide uzunluğu belirlenip, yaş ağırlıkları tartılıp ortalamaları alınırak kaydedilmiştir. Örnekler etüvde 70°C de 72 saat kurutulduktan sonra ortalama kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Çıkış sonrası dönem

3.2.2. Bağıl su içeriği

Priming uygulanmış gruplardaki her bir saksıdan çıkıştan sonraki 7. ve 14. günlerde her tekerrürdeki bitkilerden 2' şer örnek alınmış, yaş ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir (Barrs, 1968).



Şekil 3.14. Örneklemeler

Bitki örnekleri 6 saat boyunca petri kaplarında deiyonize saf su içerisinde bekletilerek turgor haline gelmeleri sağlanmış ve turgor ağırlıkları kaydedilmiştir. Söz konusu bitki örnekleri etüvde 70 $^{\circ}$C' de 72 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları belirlenmiş, her bir gruba ait yaprak örneklerinin bağıl su içeriği aşağıdaki formüle göre % olarak hesaplanmıştır;

$$\text{Bağıl Su İçeriği (\%)} = [(YA - KA) / (TA - KA)]x100$$

(YA=Yaş Ağırlık, KA=Kuru Ağırlık, TA=Turgor Ağırlığı)

3.2.3. Stomal iletkenlik

Stoma iletkenliği porometre cihazı (Şekil 3.15) ile çıkıştan sonraki 7. ve 14. günlerde her bir tekerrürdeki iki bitkide ölçülerek kaydedilmiştir (Şeflek, 2010).



Şekil 3.15. Porometre cihazı ile yapılan ölçümler

3.2.4. Klorofil miktarı

Klorofil miktarlarının ölçümleri her grup için çıkıştan sonraki 7. ve 14. günlerde yapılmıştır (Şekil 3.16). Spadmetre Spad-502 cihazıyla her bir tekerrürde 3 okuma yapılmış, bitki örneklerinin klorofil içerikleri belirlenerek spad olarak kaydedilmiştir (Şeflek, 2010).

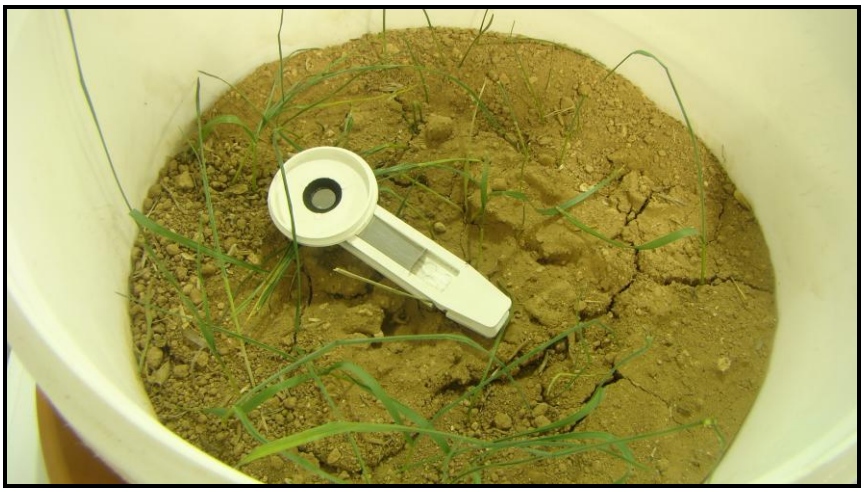


Şekil 3.16 Spadmetre cihazı ile yapılan ölçümler

3.2.5. Fotosentetik verim

Klorofil flüoresansı ölçümleri her grup için çıkıştan sonraki 7. ve 14. gün hasatında takip edilmiştir. Ölçümlerden önce yaprakların üst yüzeyleri 30 dk boyunca kapatılmıştır. Bitki verim analiz cihazı "Plant Efficiency Analyser" (PEA) (Hansatech Instruments Ltd.) flüometresi ile; değişken olmayan bazal klorofil flüoresansı (Fo),

değişken flüoresans (Fv), maksimum flüoresans indüksiyonu (Fm), değişken flüoresans / maksimum flüoresans indüksiyonu (Fv/Fm) oranları belirlenmiştir (Şekil 3.17, 3.18).



Şekil 3.17. Fotosentetik verimde numunenin ışıksız ortamda bekletilmesi

Her iki çeşidin su stresine gösterdikleri direnç karşılaştırması; özellikle fotosistem-II'nin (PS-II) Fotokimyasal verimi ve Maksimum kuantum verimi (Fv/Fm) dikkate alınarak yapılmıştır (Brugnoli and Björkman, 1992).



Şekil 3.18. Fotosentetik verimin belirlenmesi

3.2.6. Lipit peroksidasyonu

Lipit peroksidasyonunun belirlenmesi TBAR reaksiyonu sonucu oluşan malondialdehit (MDA) miktarının belirlendiği Madhava ve Sresty' nin (2000) tanımladığı yönteme göre yapılmıştır. Aktivite için 532-600 nm aralığında absorbans değişimlerine bakılmıştır.

3.2.7. Prolin

Serbest prolin içeriğinin belirlenmesi Bates ve arkadaşları (1973)' na göre yapılmıştır. Sıvı fazdan aspire edilen toluen fraksiyonunun 520 nm'deki absorbansı spektrofotometreden okunmuş, prolin konsantrasyonu, kalibrasyon eğrisinden hesaplanarak ve μmol prolin g^{-1} taze ağırlık olarak kaydedilmiştir .

3.3. İstatistiki Analiz ve Değerlendirme

Araştırmada elde edilen veriler "tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine" göre MSTATC paket programında varyans anlizine tabi tutulmuş, aralarında farklılıkların önemli olduğu ortalamaların gruplandırılmasında LSD testi uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Büyüme Parametreleri

4.1.1. Yaş ağırlık

Araştırmada ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı ortam ve örnekleme zamanlarında piriming uygulamaları sonucu belirlenen yaş ağırlıklara ait ortalama değerler ve LSD grupları Çizelge 4.1 de ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Araştırmada bitkide yaş ağırlık üzerine çeşitler, ortamlar, örnekleme zamanları ve uygulamalar arasındaki farklılıklar ile çeşit x ortam x uygulama interaksiyon etkisi önemli olmuştur (Çizelge 4.2). Altay 2000 çeşidinin bitkideki yaş ağırlığı 31,7257 mg olarak belirlenmiş olup, bu değer Kıraç 66 çeşidinde 25,0634 mg olarak belirlenen değerden önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlara göre Altay 2000 çeşidinin ilk dönemlerdeki gelişmesinin Kıraç 66 çeşidine göre daha hızlı olduğu söylenebilir (Çizelge 4.1).

Normal ortamda bitkideki yaş ağırlık değeri (34,9010 mg), kurak ortamdaki değerden (21,8880 mg) oldukça yüksek olmuştur. Çalışmada kurak ortamda %37 yaş ağırlık kaybı belirlenmiş olup, bu ağırlık kaybı kuru madde kaybıyla da paralellik arz etmiştir. Bu kayıp stres ortamında büyüme ve gelişme faaliyetlerinin aksamasından kaynaklamış olabilir. Nitekim Sekmen ve arkadaşları (2005) tuz stresi altındaki domates fidelerinde zamanla artan stres etkinliğinin yaş ağırlıkta azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Nikolaeva ve arkadaşları (2008) da kuraklığa toleransları farklı olan ekmeklik buğdaylarda yaptıkları çalışmalarında kuraklığın ilerleyen dönemlerinde buğday yapraklarında %5,1 ile %6,6 civarında yaş ağırlık kaybının görüldüğünü bildirmişlerdir.

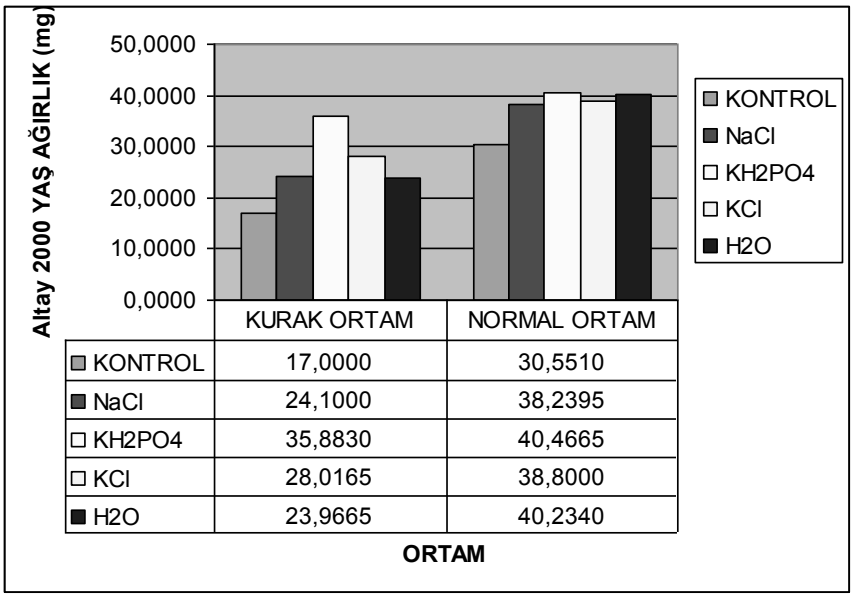
Araştırmada yaş ağırlık ilk örnekleme tarihine göre 2. örnekleme tarihinde yükselmiştir (sırasıyla 24,6370 mg; 32,1520 mg). İlk örnekleme tarihine göre bitkide ortalama yaş ağırlık 2. örnekleme tarihinde yaklaşık olarak %31 artış göstermiştir. Bu artış bitkilerin daha uzun süre fotosentez yapmalarından kaynaklanmış olabilir (Sade, 2000).

Araştırmada ekim öncesi tohumlara işlem uygulanmayan kontrol saksılarında belirlenen bitkide yaş ağırlığa göre (21,5878 mg) NaCl, KH_2PO_4, KCl ve H_2O ile priming uygulaması yapılan tohumların ekildiği saksılarda belirlenen yaş ağırlık değerleri (28,4016 mg; 32,4083 mg; 29,7291 mg; 29,85461 mg) önemli ölçüde yüksek

olmuştur. Böylelikle kontrole göre, priming uygulamaları ile yaş ağırlıktaki artış oranı %37 (KCl) ile %50 (KH_2PO_4) arasında değişmiştir. Ancak farklı priming uygulamaları kendi aralarında değerlendirildiğinde bitkide yaş ağırlık yönüyle farklılıklar istattiski anlamda önemli olmamış ve aynı gurupta yer almışlardır. Bu sonuçlar kontrole kıyasla priming uygulamalarının, ilk gelişme dönemi bitki yaş ağırlığını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Nitekim Elkoca (2007) priming uygulamalarının büyüme parametreleri üzerine etkili olduğunu bildirmiştir.

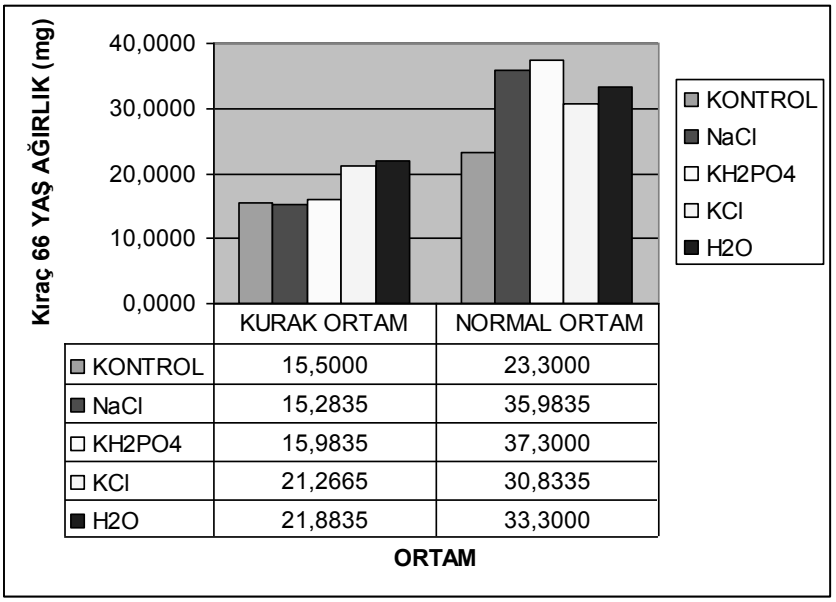
Tohumlara çeşitli uygulamaların yapıldığı priming yönteminin temel amacı, tohum neminin çimlenme eşiğine kadar artırılarak bazı biyokimyasal olayların tetiklenmesi ve ekimden sonra çıkışın hızlandırılmasıdır. Bu periyotta çimlenmede hızlandırma sağlanırken tohumda yağ asitleri, şekerler ve enzimatik değişimler gibi biyokimyasal değişimler de meydana gelmektedir (Kaya ve ark., 2010).

Araştırmada bitkide yaş ağırlık üzerine çeşit x ortam x uygulama interaksiyonu önemli etki sağlamış olup, Altay 2000 x normal ortam x KH_2PO_4, Altay 2000 x normal ortam x H_2O, Altay 2000 x normal ortam x KCl interaksiyonları ilk sırada yer almış, bunu Altay 2000 x normal ortam x NaCl, Kıraç 66 x normal ortam x NaCl, Kıraç 66 x normal ortam x KH_2PO_4 ve Kıraç 66 x normal ortam x NaCl, Altay 2000 x kurak ortam x KH_2PO_4 uygulamaları takip etmiştir (Şekil 4.1; Şekil 4.2).



	KURAK ORTAM	NORMAL ORTAM
KONTROL	17,0000	30,5510
NaCl	24,1000	38,2395
KH2PO4	35,8830	40,4665
KCl	28,0165	38,8000
H2O	23,9665	40,2340

Şekil 4.1. Altay 2000 çeşidine ait yaş ağırlık bakımından ortam x uygulama interaksiyonu



Şekil 4.2. Kıraç 66 çeşidine ait yaş ağırlık bakımından ortam x uygulama interaksiyonu

Kuraklık bitkilerde büyüme parametreleri üzerine son derece etkili bir abiyotik stres faktörüdür. Çalışmada tüm büyüme parametrelerinde birbirine paralel düşüşler görülmüştür. Benzer olarak Şenay ve arkadaşları (2005) farklı tuz konsantrasyonlarının bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri konulu çalışmasında, kuraklığa da neden olan yüksek tuzluluğun çimlenme oranı, fide boyu ve kök uzunluğunu azalttığını bildirmiştir.

Bu sonuçlardan bitkide yaş ağırlık yönüyle Altay 2000 çeşidinin normal ortamda yetiştirildiğinde tohumların ekim öncesi KH_2PO_4, KCl ve H_2O ile prime edilmesinin çok olumlu sonuçlar verdiğini, aynı sonuçları Altay 2000 çeşidinin kurak ortamda KH_2PO_4 ile prime edildiğinde verdiği alaşılmaktadır. Kıraç 66 çeşidinin ise en olumlu sonuçları normal ortamda tohumların NaCl ve KH_2PO_4 ile ekim öncesi prime edilmesiyle verdiği görülmektedir. Sonuç olarak, çeşitlerin yetişme ortamı ve priming ortamına tepkilerinde farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.1. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen yaş ağırlık değerleri (mg)

ÇEŞİT	UYGULAMALAR	ORTAM		ORTALAMA	ORTAM		ORTALAMA
		KURAK ORTAM			NORMAL ORTAM		
		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ	
ALTAY 2000	KONTROL	16,3330	17,6670	17,0000	27,7670	33,3350	30,5510
	NaCl	16,6670	31,5330	24,1000	33,6670	42,8120	38,2395
	KH_2PO_4	26,8330	44,9330	35,8830	33,8330	47,1000	40,4665
	KCl	21,0000	35,0330	28,0165	38,1670	39,4330	38,8000
	H_2O	16,0000	31,9330	23,9665	35,3350	45,1330	40,2340
ORTALAMA		19,3666	32,2198	25,7932	33,7538	41,5626	37,6582
KIRAÇ 66	KONTROL	14,8330	16,1670	15,5000	18,4330	28,1670	23,3000
	NaCl	11,6670	18,9000	15,2835	34,1670	37,8000	35,9835
	KH_2PO_4	18,5000	13,4670	15,9835	36,0000	38,6000	37,3000
	KCl	18,3330	24,2000	21,2665	30,0000	31,6670	30,8335
	H_2O	15,5000	28,2670	21,8835	29,7000	36,9000	33,3000
ORTALAMA		15,7666	20,2002	17,9834	29,6600	34,6268	32,1434
ÇEŞİTLERİN ORTALAMASI		Altay 2000	31,7257 a		Kıraç 66	25,0634 b	
ORTAMLARIN ORTALAMASI		Kurak ortam	21,8880 b		Normal ortam	34,9010 a	
ÖRNEKLEME ZAMANLARININ ORTALAMASI		7. gün örneklemesi	24,6370 b		14. gün örneklemesi	32,1520 a	
UYGULAMALARIN ORTALAMASI		Kontrol	NaCl	KH_2PO_4	KCl	H_2O	
		21,5878 b	28,4016 a	32,4083 a	29,7291 a	29,8461 a	

Çizelge 4.2. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen yaş ağırlık değerlerinin varyans analiz tablosu

V.K.	S.D.	K.T	K.O	F
A (Çeşit)	1	1331,6410	1331,6410	28,9185**
B(Ortam)	1	5079,7030	5079,7030	110,3131**
AB	1	39,5070	39,5070	0,8580
C (Örn. Zam.)	1	1694,5270	1694,5270	36,7991**
AC	1	237,8280	237,8280	5,1648
BC	1	38,1530	38,1530	0,8286
ABC	1	58,3310	58,3310	1,2667
D(Uygulama)	4	1591,9590	397,9900	8,6429**
AD	4	212,0810	53,0200	1,1514
BD	4	201,0000	50,4430	1,0954
ABD	4	532,1870	133,0470	2,8893**
CD	4	175,3050	43,8260	0,9517
ACD	4	296,9760	74,2440	1,6123
BCD	4	216,5340	54,1340	1,1756
ABCD	4	35,7850	8,9460	0,1943
Hata	80	3683,8420	46,0480	
GENEL	119	15426,1310		
CV (%)	23,90			

** işareti işlemler arasındaki farklılığın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduğunu göstermektedir.

4.1.2. Kuru ağırlık

Araştırmada ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı ortam ve örnekleme zamanlarında piriming uygulamaları sonucu belirlenen kuru ağırlıklara ait ortalama değerler ve LSD grupları Çizelge 4.3' de ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Araştırmada Altay 2000 ve Kıraç 66 ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı ortamlarda ve örnekleme peryotlarında, farklı priming uygulama yöntemlerinin büyüme parametreleri ve fizyolojik parametrelere etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Elde edilen kuru madde ağırlığı verilerinin istatistiki analizlerine göre; çeşit, ortam, örnekleme zamanı ve priming uygulamaları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuş olup, çeşit x örnekleme zamanı, ortam x örnekleme zamanı interaksiyonları da etkili bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Altay 2000 çeşidinin bitkideki kuru ağırlığı (9,2696 mg), Kıraç 66 çeşidinin bitkide kuru ağırlığından (8,2366 mg) daha yüksek olmuştur (Çizelge 4.3). Bu sonuçlardan Altay 2000 çeşidinin çimlenme, çıkış ve ilk gelişme döneminde kuraklık stresini daha iyi tolere ettiği anlaşılmaktadır. Araştırmada elde edilen yaş ağırlık değerleri de kuru ağırlık değerlerine paralellik göstermiş, Altay 2000 çeşidinde yaş ağırlık değerleri Kıraç 66 çeşidine göre daha yüksek olmuştur (Çizelge 4.3).

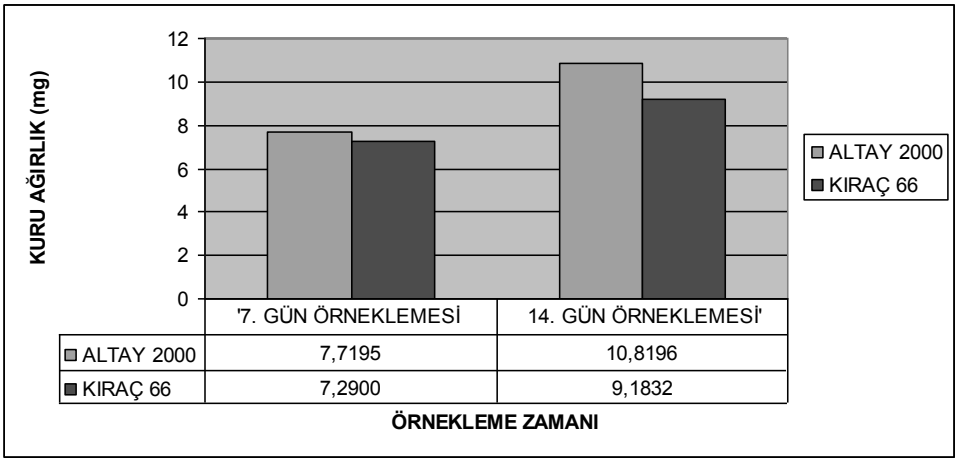
Araştırmada su stresinin bulunmadığı normal ortamda yetiştirilen saksılardaki ortalama kuru ağırlık 10,7450 mg iken, kuraklık stresine maruz bırakılan saksılardaki ortalama kuru ağırlık 6,7580 mg olmuş, söz konusu değerler yaş ağırlık değerleriyle paralellik göstermiştir (Çizelge 4.3). Araştırmada kuraklık stresi altında %37 oranında kuru madde kaybı ortaya çıkmıştır. Bu kaybın hücre bölünmesinin azalması, büyümesinin yavaşlaması, kuraklığa toleransta rol oynayan osmoprotektant vazifesi gören proteinlerin sentezinin duraklaması (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005), gibi nedenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Su fotosentezin ışıklı devre reaksiyonlarında substrat olarak kullanıldığından eksikliği durumunda fotosentez reaksiyonlarında önemli sorunlarla karşılaşılır. Kuraklık durumunda stomaların kapanmasıyla birlikte ortamda azalan CO_2, fotosentez reaksiyonlarının sekteye uğramasına neden olur (Sade, 2000), dolayısıyla büyüme parametrelerinde düşüşler görülür.

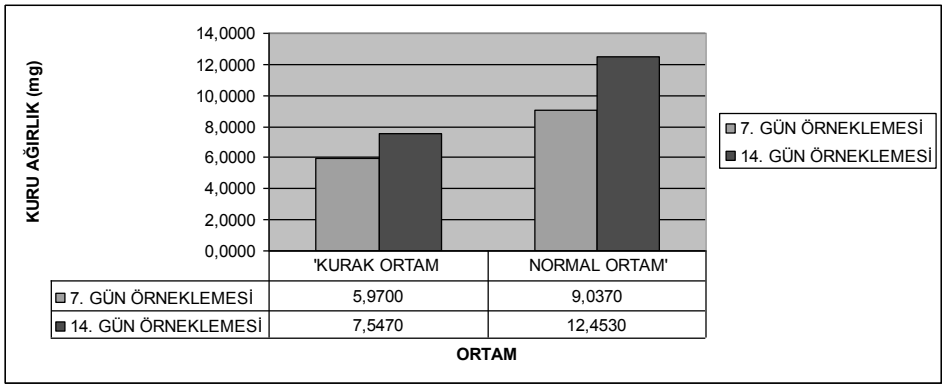
Çalışmada ilk örnekleme tarihine göre (7. gün), ikinci örnekleme tarihinde (14. gün) kuru madde ağırlığı daha yüksek olmuştur (sırasıyla 7,5030 mg ve 10,0000 mg). İkinci örnekleme tarihinde ilk örnekleme tarihine göre ortalama kuru madde ağırlığı

%33 artmıştır. Bu artış ikinci örnekleme zamanında artan süreye bağlı olarak, daha fazla fotosentez yapılmasından kaynaklanmış olabilir.

Araştırmada bitkide kuru madde ağırlığı üzerine çeşit x örnekleme zamanı interaksiyonu önemli etkide bulunmuş olup, Altay 2000 ve Kıraç 66 ekmeklik buğday çeşitlerinin 14. gün kuru madde değerleri ilk ve ikinci grupta (a ve b) yer alırken (sırasıyla 10,8196 mg; 9, 1832 mg) bu çeşitlerin 7. gün kuru madde değerleri aynı gruba (c) dahil olmuştur (sırasıyla 7,7195 mg; 7,2900 mg). Bu sonuçlar çeşitler arasındaki kuru madde üretim farklılığının 7. günde oluşmadığını, asıl farklılığın 14. günde oluştuğunu göstermektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Kuru ağırlık bakımından çeşit x örnekleme zamanı interaksiyonu



Şekil 4.4. Kuru ağırlık bakımından ortam x örnekleme zamanı interaksiyonu

Ortam x örnekleme zamanı interaksiyonuda önemli bulunmuş olup, ilk örnekleme zamanına göre ikinci örnekleme zamanındaki kuru madde ağırlık artışı, normal ortamda %38 iken kurak ortamda %26 olmuştur. Su stresinin değişik fizyolojik ve biyokimyasal reaksiyonla ilişkili olarak zaman geçtikçe büyüme ritminde bir azalmaya neden olduğu görülmüştür (Şekil 4.4).

Ekim öncesi priming uygulamaları yapılan saksılarda belirlenen ortalama kuru madde ağırlıkları incelendiğinde, en yüksek kuru madde ağırlığının 9,6204 mg ve 8,7417 mg ile KH_2PO_4 ve H_2O ile prime edilen tohumların ekildiği saksılarda ulaşılmış olup, söz konusu bitkiler ilk grubu oluşturmuşlardır. En düşük değere (8,1913 mg) ile hiçbir işlem yapılmayan kontrol grubu saksılarında ulaşılmış olup, NaCl ve KCl uygulamaları da aynı grupta yer almıştır. Bu sonuçlardan KH_2PO_4 ve H_2O ile priming uygulamasının, ilk gelişme dönemi kuru madde üretimini olumlu yönde etkilediği anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.3. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen kuru ağırlık değerleri (mg)

ÇEŞİT	UYGULAMALAR	ORTAM		ORTALAMA	ORTAM		ORTALAMA
		KURAK ORTAM			NORMAL ORTAM		
		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ	
ALTAY 2000	KONTROL	5,6630	6,1000	5,8815	9,6670	11,4670	10,5670
	NaCl	6,9330	8,6000	7,7665	8,7330	13,9330	11,3330
	KH_2PO_4	6,7000	9,7330	8,2165	7,6000	16,6630	12,1315
	KCl	6,9330	9,2330	8,0830	9,0330	13,0330	11,0330
	H_2O	5,4330	7,4670	6,4500	10,5000	11,9670	11,2335
ORTALAMA		6,3324	8,2266	7,2795	9,1066	13,4126	11,2596
KIRAÇ 66	KONTROL	5,4000	6,5670	5,9835	9,3330	11,3330	10,3330
	NaCl	4,7670	5,7000	5,2335	9,5000	11,3330	10,4165
	KH_2PO_4	5,9670	7,3000	6,6335	9,3670	13,6330	11,5000
	KCl	6,3330	6,9330	6,6330	7,3330	9,3670	8,3500
	H_2O	5,6000	7,8330	6,7165	9,3000	11,8330	10,5665
ORTALAMA		5,6134	6,8666	6,2400	8,9666	11,4998	10,2332
ÇEŞİTLERİN ORTALAMASI		Altay 2000	9,2696 a		Kıraç 66	8,2366 b	
ORTAMLARIN ORTALAMASI		Kurak Ortam	6,7580 b		Normal ortam	10,7450 a	
ÖRNEKLEME ZAMANLARININ ORTALAMASI		7. gün örneklemesi	7,5030 b		14. gün örneklemesi	10.0000 a	

UYGULAMALARIN ORTALAMASI	KONTROL	NaCl	KH_2PO_4	KCl	H_2O
	8,1913 b	8,6874 b	9,6204 a	8,5248 b	8,7417 ab

LSD(çeşit x örnekleme zamanı; 0,05) : 0,8205
LSD(ortam x örnekleme zamanı; 0,01) : 1,0880

Çizelge 4.4. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen kuru ağırlık değerlerinin varyans analiz tablosu

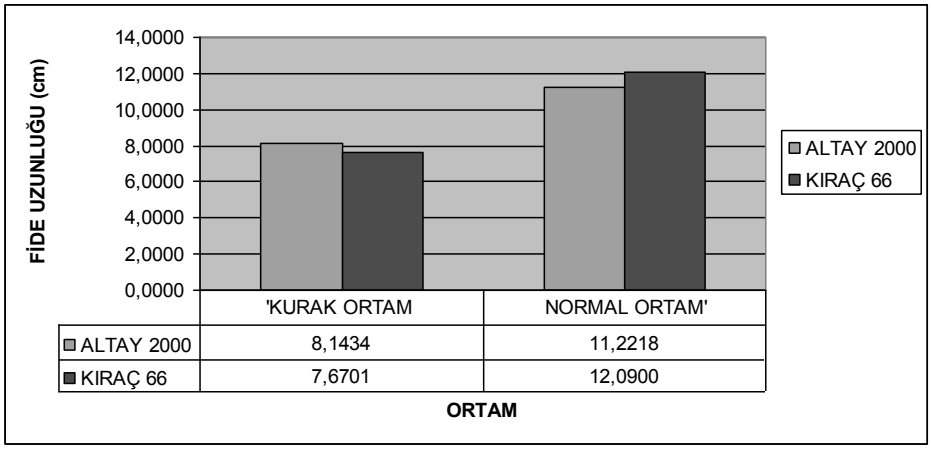
V.K.	S.D.	K.T	K.O	F
A (Çeşit)	1	31,8270	31,8270	12,4828**
B(Ortam)	1	476,8050	476,8050	187,0069**
AB	1	0,0010	0,0010	0,0005
C (Örn. Zam.)	1	187,0000	187,0000	73,3430**
AC	1	10,9200	10,9200	4,2830*
BC	1	25,3920	25,3920	9,9589**
ABC	1	2,3520	2,3520	0,9225
D(Uygulama)	4	26,9300	6,7330	2,6406*
AD	4	19,1740	4,7930	1,8800
BD	4	20,6420	5,1610	2,0240
ABD	4	9,0930	2,2730	0,8916
CD	4	31,4650	7,8660	3,0853
ACD	4	17,0120	4,2520	1,6681
BCD	4	17,3740	4,3430	1,7035
ABCD	4	4,1770	1,0440	0,4096
Hata	80	203,9730	2,5500	
GENEL	119	1084,1400		
CV (%)	18,25			

** işareti işlemler arasındaki farklılığın %1, * işareti ise işlemler arasındaki farklılığın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduğunu göstermektedir.

4.1.3. Fide uzunluğu

Araştırmada ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı ortam ve örnekleme zamanlarında piriming uygulamaları sonucu belirlenen fide uzunluklarına ait ortalama değerler ve LSD grupları Çizelge 4.5' de ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6'de verilmiştir. Araştırmada ortam faktörü fide uzunluğunun belirlenmesinde önemli ölçüde etkili olmuş, kurak ortamda fide uzunluğu 7,9070 cm iken, normal ortamda 11,6560 cm olmuş, gerek sayısal gerekse istatistiki olarak önemli farklılıklar görülmüştür. Fide uzunluğu normal ortamda kurak ortama kıyasla %32 oranında artmıştır. Söz konusu farklılığın gelişmenin ilk devrelerinde görülen su eksikliğinin sekteye uğrattığı metabolik ve fizyolojik aktivitelere bağlı olduğu düşünülmektedir. Çoban (2007), nohut genotiplerinde kuraklığa dayanıklılık üzerine yaptığı araştırmasında farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su stresinin bitkilerin gelişmelerini ve verim komponentlerini (tane ağırlığı, bitkideki tane sayısı, bitkideki bakla sayısı, yaprak sayısı, bitki boyu) olumsuz yönde etkilediğini bildirmiştir.

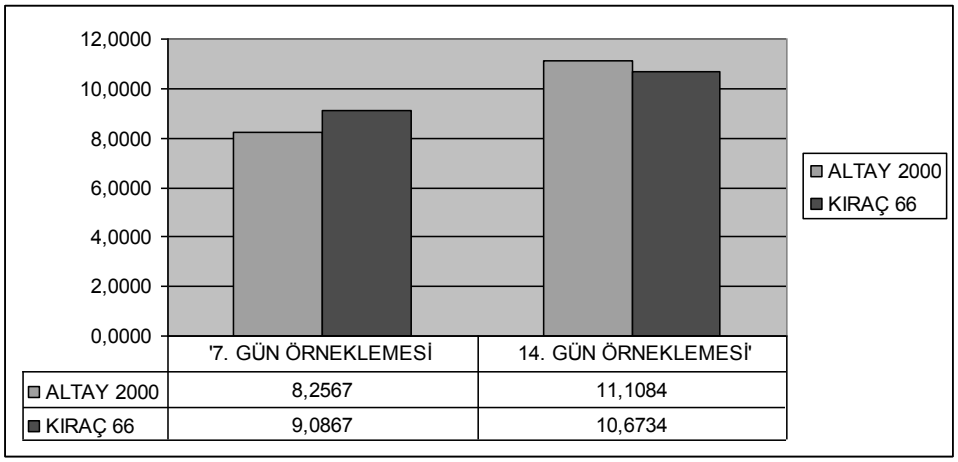
Çeşit ve ortam interaksiyonuna göre en düşük fide uzunluğu değerine Kıraç 66 çeşidinin kurak ortam (7,6701 cm) koşullarında ulaşılmış, her iki çeşitte de maksimum fide uzunluğu değerleri normal ortam koşullarından elde edilmiş (Altay 2000: 11,2218 cm; Kıraç 66: 12,0900 cm), istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almışlardır. Normal ortamda elde edilen fide uzunluğu değerlerinin yüksek olması ihtiyaç duyuldukça yapılan sulamayla beraber bitkideki büyüme proseslerinin sağlıklı bir şekilde yürümesiyle açıklanabilir.



Şekil 4.5. Fide uzunluğu bakımından çeşit x ortam interaksiyonu

Fide uzunluğu parametresinden elde edilen bulgular örnekleme zamanı bakımından incelendiğinde, 14. gün deki fide uzunluğu değerlerinin (10,8910 cm), 7. gün fide uzunluğu değerlerinden (8,6720 cm) yüksek olduğu görülmekte, bu durum geçen zamanla birlikte artan fotosentez süresinin büyüme üzerine etkisi ile açıklanmaktadır. Araştırma bulgularına benzer şekilde Köşkeroğlu (2006) da tuz stresinin mısır fidelerinde stres parametreleri ve prolin birikimi üzerine etkileri konulu çalışmasında stres kosullarının artmasıyla birlikte bitki boyu, gövde çapı, gövde ve kök yas ve kuru ağırlığının azaldığını bildirmiştir.

Çeşit x örnekleme zamanı interaksiyonu incelendiğinde, her iki çeşitte de en yüksek fide uzunluğu değerine 14. gün örneklemesinde ulaşılmış ve bu değerler aynı grupta yer almışlardır. Fide uzunluğu bakımından 7. gün örneklemesinde tespit edilen değerler, her iki çeşitte de daha düşük olarak bulunmuş olup, Kıraç 66 çeşidinde daha yüksek olmak üzere farklı gurupta yer almışlardır. Bu durum zamana bağlı olarak artan fotosentez süresinin büyümeyi teşvik etmesi ile açıklanmaktadır.



Şekil 4.6. Fide uzunluğu bakımından çeşit x örnekleme zamanı interaksiyonu

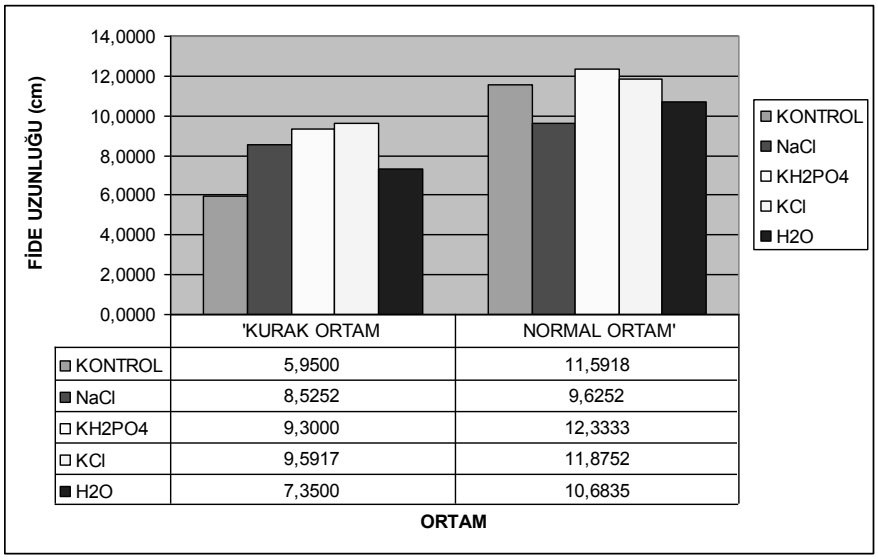
Uygulamalardan elde edilen bulgulara göre, en düşük fide uzunluğu değerine kontrol grubundaki bitkilerde ulaşılmış, diğer uygulamaların tamamı fide uzunluğu değerlerini kontrole kıyasla arttırarak istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. Ekmeklik buğdayda yaş ve kuru ağırlıkta olduğu gibi, primin uygulamaları ile fide uzunluğunda da önemli artışlar belirlenmiş olup, kontrole kıyasla primin uygulamalarının fide uzunluğundaki oransal artışı %4 (NaCl) ve %17 (KH_2PO_4) arasında değişmiştir.

Tohuma yapılan priming uygulamaları büyüme proseslerini hızlandırmakta, DNA replikasyonunu arttırarak, protein sentezini teşvik etmektedir (Giri ve Schillinger,

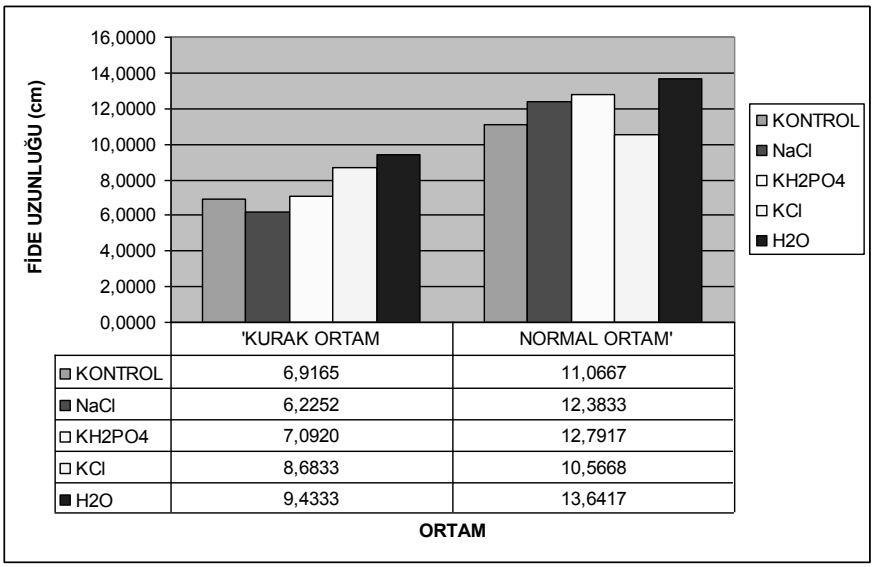
2003). Kontrole kıyasla uygulamaya tabi tutulmuş bitkilerde görülen istatistiki farklılık priming uygulamalarının teşvik edici etkileriyle açıklanmaktadır.

Altay 2000 çeşidinin priming uygulamalarıyla interaksiyonuna göre, en yüksek fide uzunluğu değerine 10,8167 cm ile KH_2PO_4 uygulamasında ulaşılmış, 8,7709 cm ile kontrol grubu bitkileri en düşük fide uzunluğu değerine sahip olmuştur. Kıraç 66 çeşidinde ise en yüksek fide uzunluğu değerine 11,5375 cm ile H_2O uygulamasında ulaşılmış, en düşük değer ise 8,9916 cm ile kontrol grubu bitkilerinde belirlenmiştir. Bu çeşitte kontrol dışındaki tüm uygulamalarda sayısal olarak üstünlük görülmüş ve H_2O uygulamasında elde edilen değerler istatistiki anlamda önemli farklılık göstermiştir.

Normal ortamda en yüksek fide uzunluğu değerine 12,5630 cm ile KH_2PO_4 uygulamasıyla ulaşılmış, en düşük değeri ise 11,0040 cm ile NaCl uygulaması oluşturmuştur. Kurak ortam uygulamalar bakımından incelendiğinde en düşük fide uzunluğu değerlerine 6,4330 cm ile kontrol grubundaki saksılardan elde edilen bitkilerde ulaşılmış, en yüksek fide uzunluğu değeri ile KCl uygulamasında karşılaşılmıştır.



Şekil 4.7. Altay 2000 çeşidinde fide uzunluğu bakımından ortam x uygulama interaksiyonu



	'KURAK ORTAM	NORMAL ORTAM'
KONTROL	6,9165	11,0667
NaCl	6,2252	12,3833
KH2PO4	7,0920	12,7917
KCl	8,6833	10,5668
H2O	9,4333	13,6417

Şekil 4.8. Kıraç 66 çeşidinde fide uzunluğu bakımından ortam x uygulama interaksiyonu

Çeşit x ortam x uygulama interaksiyonunda, Altay 2000 çeşidinin normal ortamda en yüksek fide uzunluğu değerine KH_2PO4 uygulamasından elde edilmiş fidelerde ulaşılmış (12,3333 cm), en düşük fide uzunluğu değeri ise kurak ortam kontrol grubu bitkilerinden (5,9500 cm) elde edilmiştir. Kıraç 66 çeşidinde en yüksek fide uzunluğu değerine normal ortam H_2O uygulaması yapılmış tohumlardan gelişen bitkilerde ulaşılmış, en düşük fide uzunluğu değerine ise 6,2252 cm ile kurak ortam NaCl uygulamasında ulaşılmış ve kontrol ile aynı grupta yer almışlardır.

Çizelge 4.5. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen fide uzunluğu değerleri (cm)

ÇEŞİT	UYGULAMALAR	ORTAM		ORTALAMA	ORTAM		ORTALAMA
		KURAK ORTAM			NORMAL ORTAM		
		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ	
ALTAY 2000	KONTROL	5,3666	6,5333	5,9500	10,6170	12,5667	11,5918
	NaCl	7,7833	9,2670	8,5252	6,6333	12,6170	9,6252
	KH_2PO_4	7,4000	11,2000	9,3000	10,6333	14,0333	12,3333
	KCl	7,9333	11,2500	9,5917	10,7833	12,9670	11,8752
	H_2O	5,4000	9,3000	7,3500	10,0170	11,3500	10,6835
ORTALAMA		6,7767	9,5101	8,1434	9,7368	12,7068	11,2218
KIRAÇ 66	KONTROL	6,5500	7,2830	6,9165	10,7000	11,4333	11,0667
	NaCl	5,4833	6,9670	6,2252	12,3167	12,4500	12,3833
	KH_2PO_4	6,8170	7,3670	7,0920	11,1000	14,4833	12,7917
	KCl	7,6833	9,6833	8,6833	9,6167	11,5170	10,5668
	H_2O	7,2000	11,6667	9,4333	13,4000	13,8833	13,6417
ORTALAMA		6,7467	8,5934	7,6701	11,4267	12,7534	12,0900

ÇEŞİTLERİN ORTALAMASI	Altay 2000	9,6826	Kıraç 66	9,8801	
ORTAMLARIN ORTALAMASI	Kurak ortam	7,9070 b	Normal ortam	11,6560 a	
ÖRNEKLEME ZAMANLARININ ORTALAMASI	7. gün örneklemesi	8,6720 b	14. gün örneklemesi	10,8910 a	

UYGULAMALARIN ORTALAMASI	KONTROL	NaCl	KH_2PO_4	KCl	H_2O
	8,8812 b	9,1897 ab	10,3793 a	10,1793 a	10,2772 a

Çizelge 4.6. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen fide uzunluğu değerlerinin varyans analiz tablosu

V.K.	S.D.	K.T	K.O	F
A (Çeşit)	1	1,1700	1,1700	0,4592
B(Ortam)	1	421,6880	421,6880	165,4596**
AB	1	13,5010	13,5010	5,2973*
C (Örn. Zam.)	1	147,7410	147,7410	57,9699**
AC	1	12,0020	12,0020	4,7092
BC	1	0,1510	0,1510	0,0591
ABC	1	1,0740	1,0740	0,4212
D(Uygulama)	4	46,1220	11,5310	4,5243**
AD	4	49,5290	12,3820	4,8585**
BD	4	26,9160	6,7290	2,6409*
ABD	4	40,2720	10,0680	3,9505**
CD	4	9,5810	2,3950	0,9398
ACD	4	6,8440	1,7110	0,6714
BCD	4	22,6800	5,6700	2,2247
ABCD	4	17,0630	4,2660	1,6738
Hata	80	203,8870	2,5490	
GENEL	119	1020,2200		
CV (%)	16,32			

** işareti işlemler arasındaki farklılığın %1, * işareti ise işlemler arasındaki farklılığın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduğunu göstermektedir.

4.2. Bağıl Su İçeriği

Araştırmada ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı ortam ve örnekleme zamanlarında piriming uygulamaları sonucu belirlenen bağıl su içeriği değerlerine ait ortalama değerler ve LSD grupları Çizelge 4.7' de ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Araştırmada bağıl su içeriği bakımından çeşitler, ortamlar ve örnekleme zamanları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olmuştur. Yine bu özellik üzerine ortam x örnekleme zamanı interaksiyonu da istatistiki olarak önemli etkide bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Bağıl su içeriği ortam, örnekleme zamanı ve uygulamaların ortalaması olarak Altay 2000 çeşidinde (%48,1654) Kıraç 66 çeşidinden (%36,4335) önemli ölçüde yüksek olmuştur (Çizelge 4.7). Bu sonuç Altay 2000 çeşidinin bünyesinde suyu daha güçlü olarak tutabildiğini göstermekte olup, kuraklık stresine tolerans açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır.

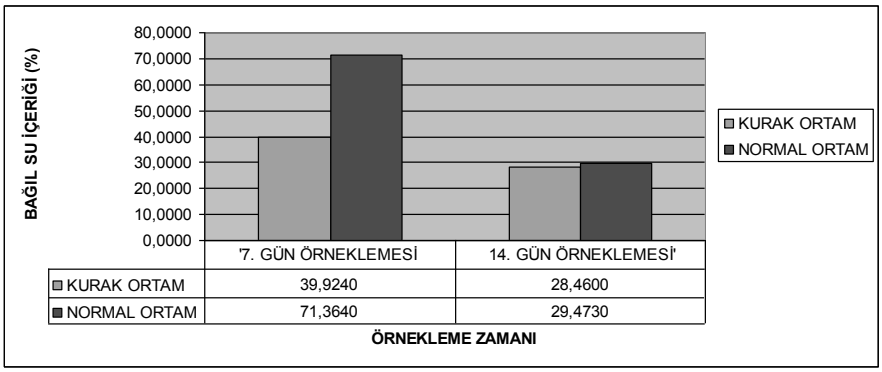
İyi bir çimlenme ve toprak çıkışı bitkisel verimliliğin en önemli aşamalarından birini oluşturmaktadır. Düşük ve yüksek toprak sıcaklığı, toprak kaymak tabakası, ağır karakterli toprak, toprak tuzluluğu gibi koşullar tohumlarda strese sebep olarak geç ve düzensiz çimlenmeye veya çimlenmenin hiç oluşmamasına sebep olmaktadır. Düzensiz ve geç çimlenme ile birlikte oluşan yabancı ot, hastalık ve zararlılar, bitki gelişimini yavaşlatarak hem verimde hem de ürünün kalitesinde olumsuz etki yapmaktadır (Erdoğan, 2008).

Çeşitler, örnekleme zamanları ve uygulamaların ortalaması olarak kurak ortamda belirlenen bağıl su içeriği %34,1920 ile, normal ortamda %50,419 olarak belirlenen bağıl su içeriğinin oldukça altında kalmıştır. Bu durum kuraklık stresi altında bitkilerin önemli ölçüde su kaybetmesinden kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.7). Araştırma sonuçlarına benzer olarak Özpay (2008) çalışmasında kuraklık stresi altında yetiştirilen fasulye bitkilerinin normal ortama göre diğer genotiplerde azalma gösterdiğini bildirmiştir. Benzer şekilde Çoban (2007) nohut ile ilgili araştırmasında kurak koşullarda bağıl su içeriği miktarının azaldığını bildirmiştir.

Çeşitler, ortamlar ve uygulamaların ortalaması olarak bağıl su içeriği 14. gün örneklemesinde (%28,9660), 7. gün örneklemesine göre (%55,6440) oldukça düşük olmuştur (Çizelge 4.7). Örnekleme için geçen zamanın ilerlemesine bağlı olarak kaybedilen su miktarının artması bu sonucun ortaya çıkmasında etkili olmuştur.

Ortam, örnekleme zamanı interaksiyonuna göre, normal ortamda 7. ve 14. gün örneklemeleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar görülürken, kurak ortamda

farklılık önemli olmamıştır (Şekil 4.9). Kurak ortamda bu farklılığın önemli çıkmayışı kuraklık stresi etkisinin erken dönemlerde görülmesiyle ilişkilendirilmiştir.



Şekil 4.9. Bağıl su içeriği bakımından ortam x örnekleme zamanı interaksiyonu

Çizelge 4.7. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen bağıl su içeriği değerleri (%)

ÇEŞİT	UYGULAMALAR	ORTAM		ORTALAMA	ORTAM		ORTALAMA
		KURAK ORTAM			NORMAL ORTAM		
		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ	
ALTAY 2000	KONTROL	42,6350	31,6570	37,1460	71,8580	26,5760	49,2170
	NaCl	52,9500	31,4080	42,1790	94,4960	28,1430	61,3195
	KH_2PO_4	41,2990	29,1557	35,2274	78,9080	30,0030	54,4555
	KCl	41,3940	34,8010	38,0975	75,1480	31,7600	53,4540
	H_2O	64,0900	51,3140	57,7020	75,1310	30,5820	52,8565
ORTALAMA		48,4736	35,6671	42,0704	79,1082	29,4128	54,2605
KIRAÇ 66	KONTROL	37,2460	15,2070	26,2265	63,4050	25,4520	44,4285
	NaCl	32,6780	26,7600	29,7190	70,4861	39,0690	54,7776
	KH_2PO_4	33,7937	19,6550	26,7243	58,8514	25,6420	42,2467
	KCl	27,5333	22,2350	24,8842	65,8590	28,9910	47,4250
	H_2O	25,6790	22,0050	23,8420	59,6150	28,5070	44,0610
ORTALAMA		31,3860	21,1724	26,2792	63,6433	29,5322	46,5878
ÇEŞİTLERİN ORTALAMASI			Altay 2000		48,1654 a	Kıraç 66	36,4335 b
ORTAMLARIN ORTALAMASI			Kurak ortam		34,1920 b	Normal ortam	50,4190 a
ÖRNEKLEME ZAMANLARININ ORTALAMASI			7. gün değerleri		55,6440 a	14. gün değerleri	28,9660 b
UYGULAMALARIN ORTALAMASI	KONTROL		NaCl		KH_2PO_4	KCl	H_2O
	39,2545		46,9988		39,6635	40,0652	42,2995

LSD (Ortam x Örnekleme zamanı; 0,01) : 14

Çizelge 4.8. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen bağıl su içeriği değerlerinin varyans analiz tablosu

V.K.	S.D.	K.T	K.O	F
A (Çeşit)	1	2766,1620	2766,1620	10,3202**
B(Ortam)	1	5265,9330	5265,9330	19,6466**
AB	1	332,3620	332,3620	1,2400
C (Örn. Zam.)	1	14234,3010	14234,3010	53,1065**
AC	1	410,8810	410,8810	1,5330
BC	1	4629,2480	4629,2480	17,2712**
ABC	1	213,9450	213,9450	0,7982
D(Uygulama)	4	720,6030	180,1510	0,6721
AD	4	471,8470	117,9620	0,4401
BD	4	467,6150	116,9040	0,4362
ABD	4	432,7020	108,1750	0,4036
CD	4	215,0330	53,7580	0,2006
ACD	4	421,2580	105,3150	0,3929
BCD	4	70,7540	17,6880	0,0660
ABCD	4	58,5310	14,6330	0,0546
Hata	40	10721,3270	268,0330	
GENEL	79	41432,5010		
CV (%)	38,70			

** işareti işlemler arasındaki farklılığın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduğunu göstermektedir.

4.3. Stomal İletkenlik

Araştırmada ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı ortam ve örnekleme zamanlarında piriming uygulamaları sonucu belirlenen stomal iletkenlik değerlerine ait ortalama değerler ve LSD grupları Çizelge 4.9' de ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10'de verilmiştir. Stomal iletkenlik yönüyle, çeşitler, ortamlar ve örnekleme zamanları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuş olup, bu özellik üzerinde çeşit x ortam interaksiyonu, çeşit x ortam x örnekleme zamanı interaksiyonu, örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonu, çeşit x örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonu, çeşit x ortam x örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonu etkili olmuştur (Çizelge 4.10).

Altay 2000 çeşidinde, ortamlar, örnekleme zamanları ve uygulamaların ortalaması olarak belirlenen stomal iletkenlik değeri 15,0942 mmol/m^2s^1 ile, 17,7109 mmol/m^2s^1 olarak belirlenen Kıraç 66 çeşidinden düşük olmuştur.

Çeşitler, örnekleme zamanları ve uygulamaların ortalaması olarak normal ortamda 25,2250 mmol/m^2s^1 olan stomal iletkenlik değeri, kurak ortamda yaklaşık 1/3' e düşerek 7,5800 mmol/m^2s^1 olmuştur. Bu durum kuraklık stresinin stomal iletkenlik değerini önemli ölçüde düşürdüğünün göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Nitekim Uzunlu (2006) da kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerinin stomal iletkenliğin azalmasına neden olduğunu bildirilmiştir. Yine Çekiç (2007) Kuzey Afrika'da 1995-1996 yetiştirme periyodunda 6 adet yazlık makarnalık buğdayda dört farklı sulama rejiminde fotosentetik aktivite, CO_2 değişim oranları, oransal nem içerikleri, stoma iletkenliği gibi fizyolojik parametrelerin kuraklıkla ilişkilerinin araştırıldığı çalışmada; fotosentez etkinliğinde stoma iletkenliğinin azalmasından kaynaklanan bir düşüş olduğunu bildirmiştir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlarda bu bilgiyi doğrulamaktadır (Çizelge 4.9).

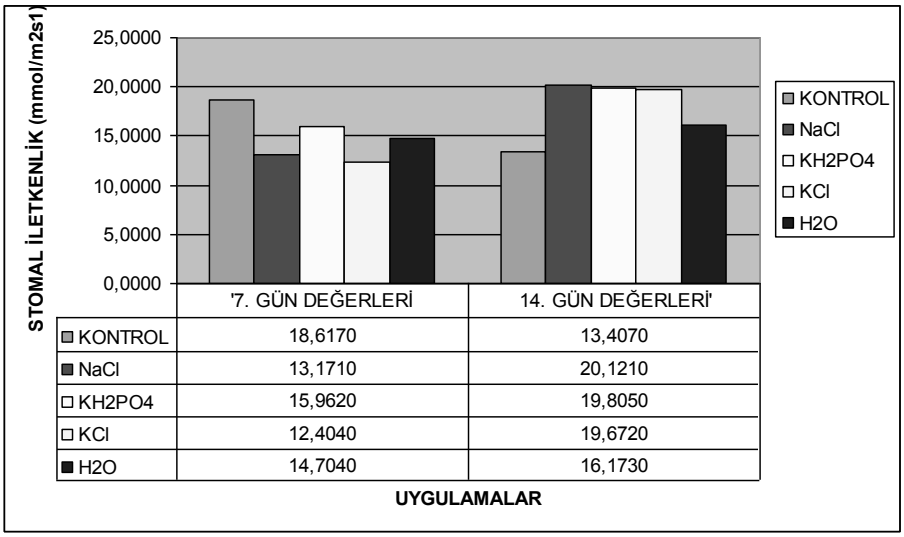
Çeşitler, ortamlar ve uygulamaların ortalaması olarak 7. ve 14. gün örneklemelerinde belirlenen stomal iletkenlik değerleri sırasıyla; 14,9720 mmol/m^2s^1 ve 17,8330 mmol/m^2s^1 olmuştur (Çizelge 4.9).

Çeşit x örnekleme zamanı interaksiyonu incelendiğinde, stomal iletkenlik yönüyle Altay 2000 çeşidinde 7. gün ve 14. gün örneklemeleri arasında önemli bir farklılık görülmezken, Kıraç 66 çeşidinde 14. gün değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.9; Çizelge 4.10).

Çeşit x ortam x örnekleme zamanı interaksiyonu incelendiğinde, Altay 2000 çeşidinde stomal iletkenlik yönünden normal ortam 7. gün değeri 23,9667 mmol/m^2s^1 ile ilk sırada yer alırken, en düşük stomal iletkenlik değerine 6,8700 mmol/m^2s^1 ile

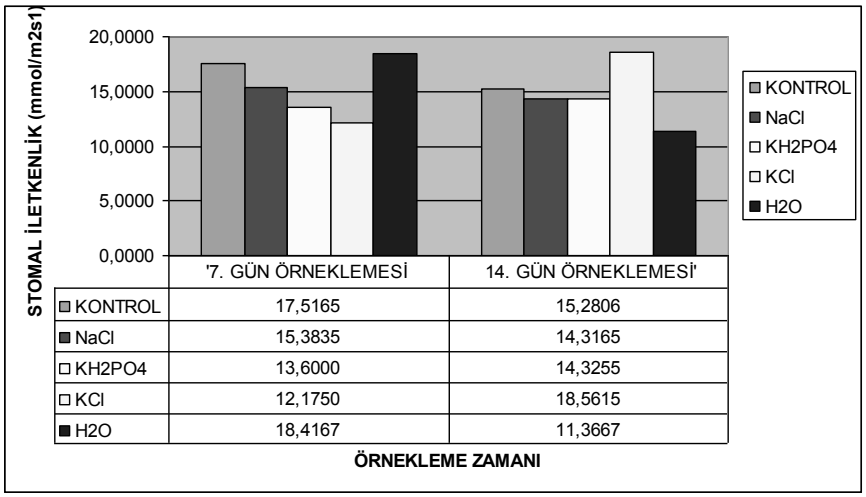
kurak ortam 7. gün örneklemesinde ulaşılmış, söz konusu değer 14. gün kurak ortam stomal iletkenlik değeriyle aynı istatistiki grupta yer almıştır. Kıraç 66 çeşidinde de durum Altay 2000 çeşidine paralellik göstermiş farklı olarak normal ortam 14. gün örneklemesinden elde edilen değer farklı istatistik grupta yer alarak daha önemli olmuştur (Çizelge 4.9).

Örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonu göre, 7. günde uygulamalar arasında rakamsal farklılıklar olmakla beraber tüm uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli bulunmazken, 14. günde en düşük stomal iletkenlik değeri kontrol uygulamasında, en yüksek stomal iletkenlik değeri ise NaCl uygulamasında belirlenmiş ve bu farklılık önemli olmuştur (Şekil 4.10).

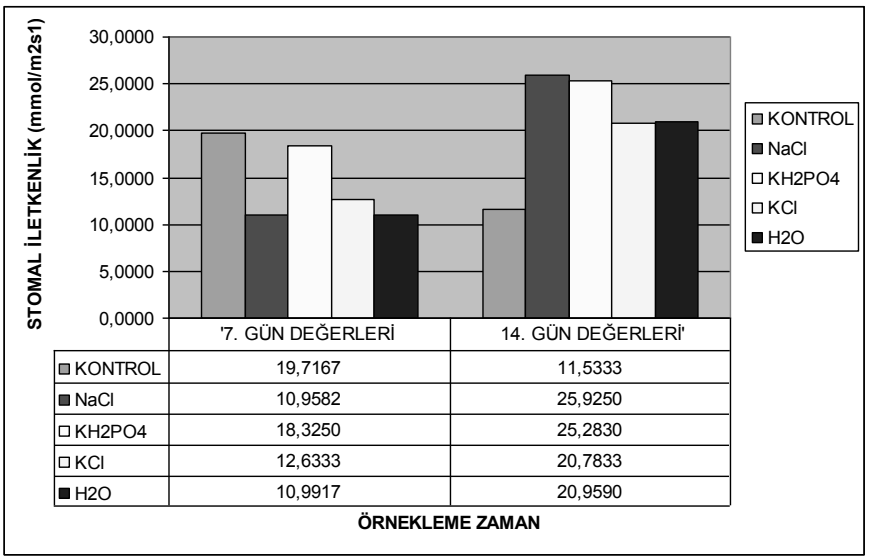


Şekil 4.10. Stomal iletkenlikte örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonu

Çeşit x örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonuna göre, stomal iletkenlik bakımından Altay 2000 çeşidinde 7. ve 14. günde tüm uygulamalar aynı istatistiksel grupta yer alırken, Kıraç 66 çeşidinde en yüksek değerler 14. gün NaCl ve KH_2PO_4 uygulamalarında belirlenmiştir. Bu çeşitte de 7. gündeki stomal iletkenlik değerleri tüm uygulamalarda aynı istatistiksel grupta yer almıştır (Şekil 4.11; Şekil 4.12). Altay 2000 çeşidinde 14. gün stoma iletkenlik değerindeki sayısal azalmaya benzer olarak Koca (2007) farklı susam çeşitleri üzerine yaptığı araştırmada, bitki gelişmesinin ilerleyen dönemlerinde fotosentez ve transprasyon oranı ile stoma iletkenliğinin belirgin şekilde azaldığını bildirmiştir.



Şekil 4.11. Altay 2000 çeşidinde stomal iletkenlik bakımından örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonu



Şekil 4.12. Kıraç 66 çeşidinde stomal iletkenlik örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonu

Kültürel işlemler stomal iletkenlik üzerinde önemli ölçüde etkilidir. Nitekim Koç (2001) ekmeklik buğdayda artan azot dozunun bayrak yaprak stomal iletkenlik değeri ile dane verimini (% 33) önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir.

Barutçular (1993) makarnalık buğdayda stoma direnci üzerine yürüttüğü çalışmasında stoma direncinin kuraklık stresine bağlı olarak arttığını, normal koşullarda ise azaldığını bildirmiştir.

Haris ve ark. (2001), Hindistan, Nepal ve Pakistan'da buğday tohumlarında üreticilerce uygulanan tohum priminginin değerlendirmesini yapmışlar ve priming uygulamalarının çimlenme ve çıkışı etkilemediğini ancak verimde %13-36 arasında bir artışa neden olduğunu belirlemişlerdir. Verimdeki artışın priming etkisiyle gerçekleşen

erken ve hızlı çıkış, yüksek vigor, erken gelişme ve çiçeklenme gibi dolaylı faktörlerden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Çeşit x ortam x örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonuna göre en yüksek stomal iletkenlik değerleri Kıraç 66 çeşidi, normal ortam 14. gün örneklemesi NaCl, KH_2PO_4 ve H_2O ile priming uygulamalarından elde edilirken, en düşük stomal iletkenlik değeri Kıraç 66 çeşidi kurak ortam ve 14. gün örneklemesinde kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Bu sonuç kurak ortamda kontrol uygulamasında stomal iletkenlik değerinin diğer büyüme ve fizyolojik parametreler gibi en düşük düzeyde olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen stomal iletkenlik değerleri ($mmol/m^2s^1$)

ÇEŞİT	UYGULAMALAR	ORTAM		ORTALAMA	ORTAM		ORTALAMA
		KURAK ORTAM			NORMAL ORTAM		
		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ	
ALTAY 2000	KONTROL	7,3500 j-m	8,5000 h-m	7,9250	27,6830 a-d	22,0611 c-g	24,8721
	NaCl	6,5000 klm	8,2830 ı-m	7,3915	24,2670 b-f	20,3500 c-g	22,3085
	KH_2PO_4	6,2500 klm	4,4180 lm	5,3340	20,9500 c-g	24,2330 b-f	22,5915
	KCl	6,0500 klm	12,6230 g-l	9,3365	18,3000 d-h	24,5000 b-e	21,4000
	H_2O	8,2000 lm	5,3500 lm	6,7750	28,6333 abc	17,3833 e-ı	23,0083
	ORTALAMA	6,8700 c	7,8348 c	7,3524	23,9667 b	21,7055 b	22,8361
KIRAÇ 66	KONTROL	7,0333 klm	2,5000 m	4,7667	32,4000ab	20,5667 c-g	26,4833
	NaCl	4,6830 l-m	14,3667 f-l	9,5248	17,2333e-j	37,4833 a	27,3583
	KH_2PO_4	4,4000 l-m	15,7830 e-k	10,0915	32,2500 ab	34,7830 a	33,5165
	KCl	7,7167 ı-m	8,2333 ı-m	7,9750	17,5500 e-ı	33,3333ab	25,4417
	H_2O	7,8000 ı-m	5,5680 lm	6,6840	14,1833 g-l	36,3500 a	25,2667
	ORTALAMA	6,3266 c	9,2902 c	7,8084	22,7233 b	32,5033 a	27,6133

ÇEŞİTLERİN ORTALAMASI	Altay 2000	15,0942 b	Kıraç 66	17,7109 a	
ORTAMLARIN ORTALAMASI	Kurak ortam	7,5800 b	Normal ortam	25,2250 a	
ÖRNEKLEME ZAMANLARININ ORTALAMASI	7. gün örneklemesi	14,9720 b	14. gün örneklemesi	17,8330 a	

UYGULAMALARIN ORTALAMASI	KONTROL	NaCl	KH_2PO_4	KCl	H_2O
	16,0118	16,6458	17,8834	16,0383	15,4335

LSD (Çeşit x Örnekleme Zamanı; 0,01) : 4,196
LSD (Çeşit x Ortam x Örnekleme Zamanı; 0,05) : 4,476
LSD (Örnekleme Zamanı x Uygulama; 0,01) : 6,635
LSD (Çeşit x Örnekleme Zamanı x Uygulama; 0,01) : 9,383
LSD (Çeşit x Ortam x Örnekleme Zamanı x Uygulama; 0,05) : 10,01

Çizelge 4.10. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen stomal iletkenlik değerlerinin varyans analiz tablosu

V.K.	S.D.	K.T	K.O	F
A (Çeşit)	1	205,4080	205,4080	5,4151*
B(Ortam)	1	9339,4980	9339,4980	246,2125**
AB	1	140,0540	140,0540	3,6922
C (Örn. Zam.)	1	245,7030	245,7030	6,4773*
AC	1	369,6030	369,6030	9,7437**
BC	1	24,1650	24,1650	0,6371
ABC	1	189,1030	189,1030	4,9852*
D(Uygulama)	4	83,4470	20,8620	0,5500
AD	4	262,3120	65,5780	1,7288
BD	4	120,4690	30,1170	0,7940
ABD	4	15,9640	3,9910	0,1052
CD	4	625,2860	156,3220	4,1210**
ACD	4	566,3660	141,5910	3,7327**
BCD	4	243,3790	60,8450	1,6040
ABCD	4	478,4880	119,6220	3,1535*
Hata	80	3034,6130	37,9330	
GENEL	119	15943,8600		
CV (%)	37,55			

** işareti işlemler arasındaki farklılığın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduğunu göstermektedir.

4.4. Klorofil Miktarı

Araştırmada ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı ortam ve örnekleme zamanlarında piriming uygulamaları sonucu belirlenen klorofil miktarı değerlerine ait ortalama değerler ve LSD grupları Çizelge 4.10' de ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Klorofil değerleri yönüyle çeşitler, ortamlar ve uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca klorofil içeriği üzerine ortam x örnekleme zamanı, ortam x örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonuda önemli olmuştur (Çizelge 4.12).

Ortam, örnekleme zamanı ve uygulamaların ortalaması olarak Altay 2000 çeşidinin klorofil içeriği (43,9472 spad), Kıraç 66 çeşidinin klorofil içeriğinden (41,0420 spad) önemli ölçüde yüksek olmuş ve bu iki çeşit istatistiki olarak ayrı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4.11). Bu veriler Altay 2000 çeşidinin daha etkili fotosentez yaptığına işaret edebilir. Nitekim klorofil miktarı, yaş ağırlık, kuru ağırlık ve fide uzunluğu arasındaki pozitif korelasyonlar da (r=0,557**; 0,570**; 0, 520**) bu tespiti doğrulamaktadır.

Subedi ve Ma (2005), Ottawa ve Kanada'da mısırın çıkışını ve ürün oluşumunu sağlamak amacıyla yürüttükleri bir çalışmada. saksı ve tarla denemeleri kurmuşlar, yürütülen su ile priming uygulamasında, osmotik solüsyon olarak %2.5 KCl ve bitki büyüme düzenleyicileri (indol asetik asit, sitokinin, etaphan ve gibberelik asit) kullanmıGlardır. Sera koGulları altında saksı denemesinde zamanında fide çıkışı, fide canlılığı ve büyümeyi ölçerken tarla denemelerinde tarla performansı, N tepkisi ve tane verimini belirlemişlerdir. Serada yapılan çalışmada muamelelerin hiçbir uygulama yapılmayan kontrolden daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

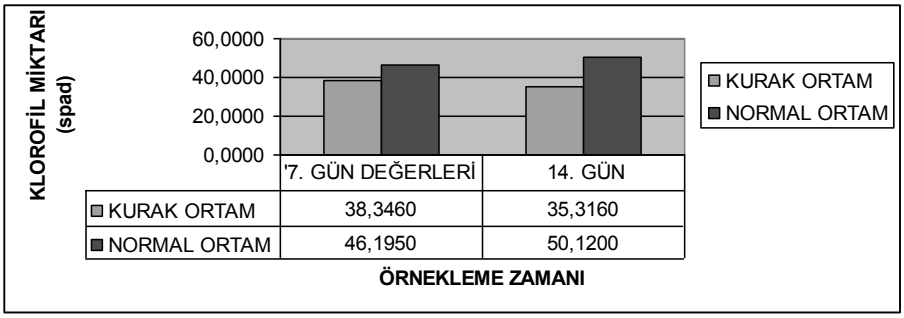
Kurak ortamdaki klorofil miktarı 41,0440 spad ile 43,9440 spad klorofil miktarına sahip normal ortama göre önemli ölçüde düşük bulunmuştur (Çizelge 4.11). Bu durum kuraklık stresi altında klorofil sentezinin azaldığını göstermektedir. Nitekim Çamoğlu ve ark. (2011) tatlı mısır üzerine yaptıkları bir araştırmada, verilen sulama suyu miktarına bağlı olarak yapraklardaki klorofil miktarının değiştiğini, su stresine karşı bitkilerin klorofil oranını azalttığını bildirmiştir. Nikolaeva ve arkadaşları (2008) buğdayda kuraklık stresi üzerine yürüttükleri çalışmalarında, kuraklığın ilerleyen dönemlerinde buğday yapraklarındaki klorofil miktarının %13-15 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Priming uygulamaları arasında klorofil içeriği yönüyle farklılıklar tespit edilmiş olup, en düşük değere 36,9905 spad ile ekim öncesi işlem yapılmayan kontrol grubu

sahip olmuş, tohumların değişik kimyasallar ile prime edildiği konularda ise klorofil içeriği daha yüksek bulunmuştur. En yüksek klorofil içeriği değerlerine NaCl ve H_2O ile prime edilen konular oluşturmuş (45,9074 spad ve 44,2927 spad) olup, istatistiki olarak ilk gruba dahil olmuşlardır (Çizelge 4.11). Priming uygulamaları ile yaş ve kuru ağırlık, fide uzunluğunda olduğu gibi klorofil içeriğinde de önemli artışlar ortaya çıkmış olup, kontrole göre oransal artışlar %15 (KH_2PO_4) ile %24 (NaCl) arasında değişmiştir.

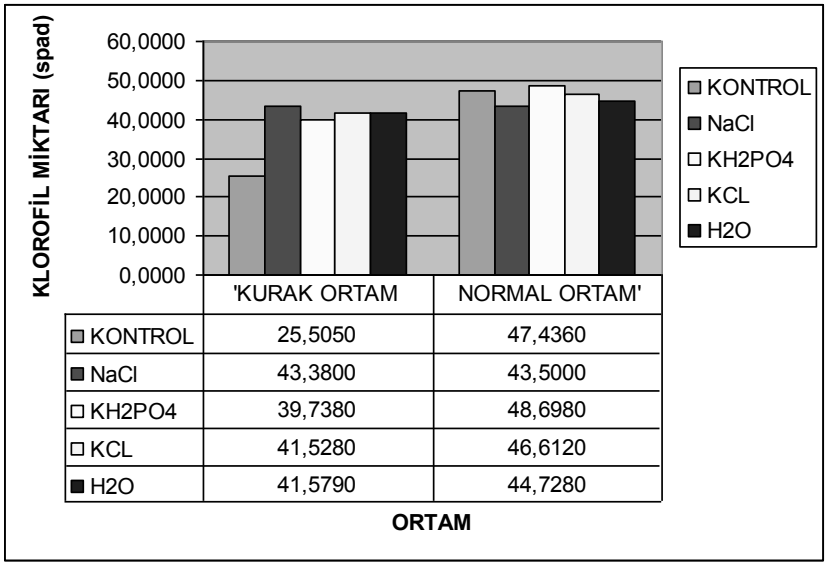
Priming uygulaması neticesinde, hızlı kök ve sürgün çıkışının gerçekleşmesi daha kuvvetli fide gelişimine fırsat vermekte, kurağa dayanıklılık artmakta, bitkiler daha kısa sürede çiçeklenerek hasat olgunluğuna gelmekte ve verim yükselmektedir (Elkoca, 2007).

Klorofil içeriği yönüyle ortam x örnekleme zamanı interaksiyonuna bakıldığında ortamlar içinde örnekleme zamanları arasında istatistiksel fark olmadığı ancak her bir örnekleme zamanında kurak ortama göre normal ortamdaki klorofil içeriklerinin önemli ölçüde yüksek olduğu görülmektedir. Kurak ortamda stres altında klorofil sentezinin belirgin bir şekilde gerilediği sonucu ortaya çıkmaktadır (Şekil 4.13).



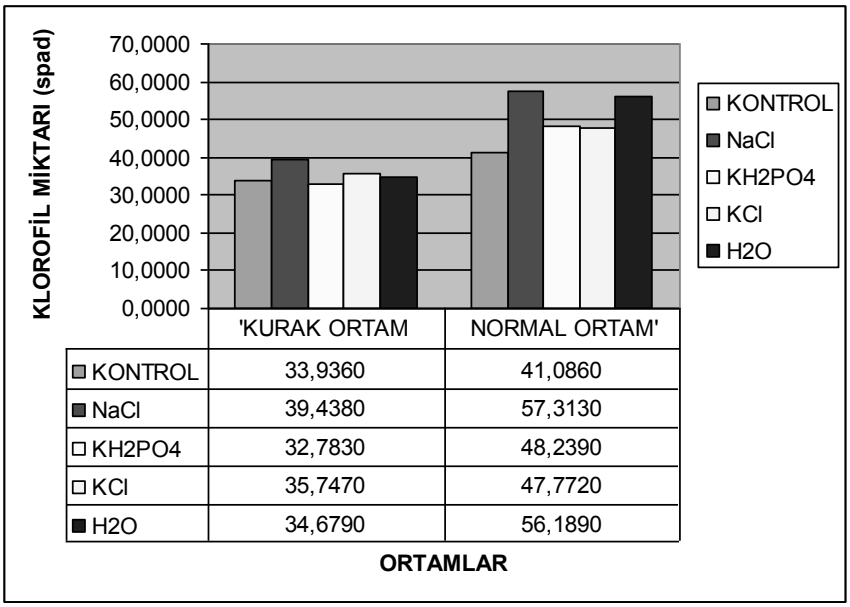
Şekil 4.13. Klorofil miktarı yönüyle ortam x örnekleme zamanı interaksiyonu

Ortam x örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonu da klorofil içeriği bakımından önemli bulunmuş, en yüksek klorofil değerine 57,3130 spad ile normal ortam x 14. gün x NaCl uygulaması interaksiyonu; 56,1890 spad ile normal ortam x 14. gün x H_2O interaksiyonu, 48,6980 spad ile normal ortam x 7. gün x KH_2PO_4 interaksiyonlarında, en düşük klorofil içeriği değerlerine ise kurak ortam x 7. gün x kontrol uygulaması; 32,7800 spad ile kurak ortam x 14. gün KH_2PO_4 uygulaması; 33,93 ile kurak ortam x 14. gün x kontrol uygulama interaksiyonlarında rastlanmıştır (Şekil 4.14; Şekil 4.15).



	'KURAK ORTAM	NORMAL ORTAM'
KONTROL	25,5050	47,4360
NaCl	43,3800	43,5000
KH2PO4	39,7380	48,6980
KCL	41,5280	46,6120
H2O	41,5790	44,7280

Şekil 4.14. Klorofil miktarı yönüyle ortam x örnekleme zamanı x 7. gün örnekleme zamanı interaksiyonu



	'KURAK ORTAM	NORMAL ORTAM'
KONTROL	33,9360	41,0860
NaCl	39,4380	57,3130
KH2PO4	32,7830	48,2390
KCl	35,7470	47,7720
H2O	34,6790	56,1890

Şekil 4.15. Klorofil miktarı yönüyle ortam x örnekleme zamanı x 14. gün örnekleme zamanı interaksiyonu

Yıldırım ve arkadaşları (2009) bitki örtüsü serinliği ve klorofil miktarının makarnalık buğday ıslahında kullanım olanakları üzerine yürüttükleri çalışmalarında, başaklanma ve erken olum döneminde ölçülen SPAD değerleri yönünden genotipler arasında önemli farkların olduğunu bildirmiştir.

Bu sonuçlardan normal ortamda en yüksek değerlere genellikle 2. örnekleme zamanında ve kontrol dışındaki priming uygulamalarında ulaşıldığı, en düşük değerlere ise kurak ortamda 7. veya 14. günde tohuma hiçbir uygulama yapılmayan kontrol uygulamasında rastlanıldığı görülmektedir. Güneş (2006) bu çalışmaya benzer olarak

farklı nohut genotiplerinde yaptığı araştırmada, nohut çeşitlerinin nispi klorofil içeriklerinin kurak koşullarda zamanla azaldığını, erken kuraklık stresinde çeşitlerin klorofil içeriklerindeki azalmanın geç kuraklık stresine oranla daha az düzeyde gerçekleştiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.11. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarında tespit edilen klorofil miktarı değerleri (Spad)

ÇEŞİT	UYGULAMALAR	ORTAM		ORTALAMA	ORTAM		ORTALAMA
		KURAK ORTAM			NORMAL ORTAM		
		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ	
ALTAY 2000	KONTROL	38,1500	33,4556	35,8028	45,6660	47,6111	**46,6386**
	NaCl	45,1944	38,8056	42,0000	43,7160	57,6222	**50,6691**
	KH_2PO_4	41,8000	35,4667	38,6333	49,1160	52,3500	**50,7330**
	KCl	43,7111	36,8833	40,2972	46,3880	43,9111	**45,1496**
	H_2O	42,8250	33,4000	38,1125	45,2000	57,6722	**51,4361**
ORTALAMA		42,3361	35,6022	38,9692	46,0172	51,8333	**48,9253**
KIRAÇ 66	KONTROL	12,8590	34,4160	23,6375	49,2056	34,5611	**41,8833**
	NaCl	41,5600	40,0722	40,8161	43,2830	57,0056	**50,1443**
	KH_2PO_4	37,7060	30,1000	33,9030	48,2790	44,1280	**46,2035**
	KCl	39,3400	34,6111	36,9756	46,8370	51,6333	**49,2352**
	H_2O	40,3333	35,9500	38,1417	44,2556	54,7050	**49,4803**
ORTALAMA		34,3597	35,0299	34,6948	46,3720	48,4066	47,3893
ÇEŞİTLERİN ORTALAMASI				Altay 2000	43,9472 a	Kıraç 66	41,0420 b
ORTAMLARIN ORTALAMASI				Kurak Ortam	41,0440 b	Normal Ortam	43,944 a
ÖRNEKLEME ZAMANLARININ ORTALAMASI				7. gün Örneklemesi	42,2712 a	14. gün Örneklemesi	42,3799 a
UYGULAMALARIN ORTALAMASI		KONTROL	NaCl	KH_2PO_4	KCl	H_2O	
		36,9905 b	45,9074 a	42,3682 ab	42,9144 ab	44,2927 a	

LSD (Uygulama: 0,01) : 6,337
LSD (Ortam x Örnekleme Zamanı: 0,01) : 4,275
LSD (Ortam x Örnekleme Zamanı x uygulama: 0,01) : 12,67

Çizelge 4.12. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen klorofil miktarı değerlerinin varyans analiz tablosu

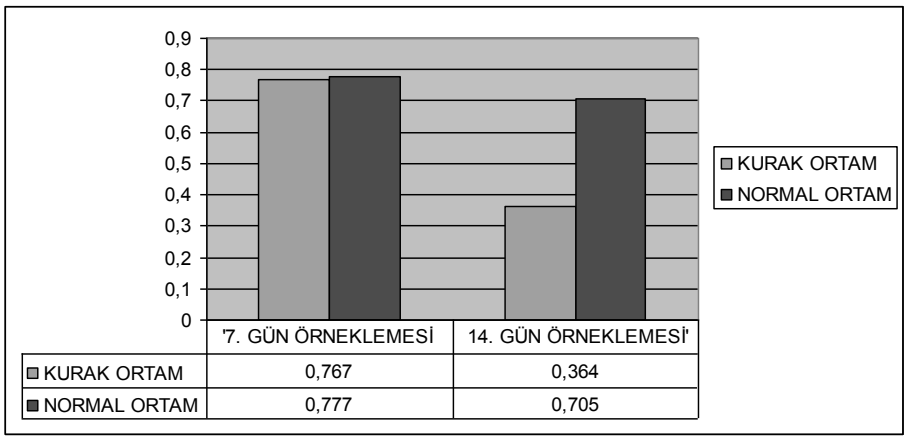
V.K.	S.D.	K.T	K.O	F
A (Çeşit)	1	252,2740	252,1740	3,6454*
B(Ortam)	1	3848,4050	3848,4050	55,6096**
AB	1	55,8080	55,8080	0,8064
C (Örn. Zam.)	1	6,0160	6,0160	0,0869
AC	1	24,2670	24,2670	0,3507
BC	1	362,7380	362,7380	5,2416*
ABC	1	233,5310	233,5310	3,3745
D(Uygulama)	4	1089,0310	272,2580	3,9341**
AD	4	315,1820	78,7950	1,1386
BD	4	151,2960	37,8240	0,5466
ABD	4	115,3470	28,8370	0,4167
CD	4	292,3130	73,0780	1,0560
ACD	4	84,1470	21,0370	0,3040
BCD	4	1079,1910	269,7980	3,8986**
ABCD	4	506,6380	126,6600	1,8302
Hata	80	5536,3140	69,2040	
GENEL	119	13952,4980		
CV (%)	19,58			

* işareti işlemler arasındaki farklılığın %5 ,** %1 ihtimal sınırına göre önemli olduğunu göstermektedir.

4.5. Fotosentetik Verim

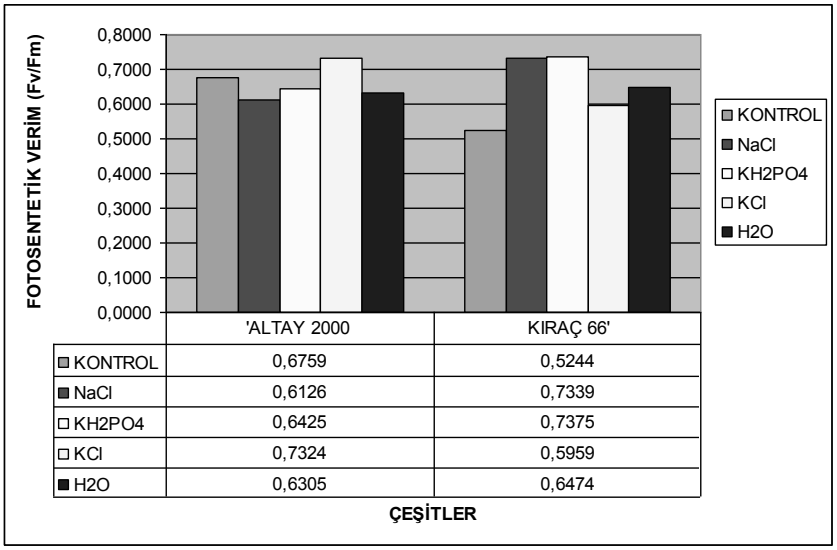
Araştırmada ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı ortam ve örnekleme zamanlarında piriming uygulamaları sonucu belirlenen fotosentetik verim değerlerine ait ortalama değerler ve LSD grupları Çizelge 4.11' de ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Fotosentetik verim yönüyle ortamlar ve örnekleme zamanları arasındaki istatistiksel farklılıklar önemli bulunmuştur. Bu özellik üzerine ortam x örnekleme zamanı interaksiyonu, çeşit x uygulama interaksiyonu, çeşit x ortam x uygulama interaksiyonu, çeşit x ortam x örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonu önemli etkide bulunmuştur.

Araştırmada, kuraklık stresinin PSII (Fotosistem II) aygıtı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla fotosentetik verim değerleri (Fv/Fm) olarak ölçülmüştür. Fotosentetik verim normal ortama göre (0,740) kurak ortamda oldukça düşük (0,566) olmuştur (Çizelge 4.13). Kuraklık stresi altında diğer büyüme ve fizyolojik parametrelerde olduğu gibi fotosentetik verimde de önemli düşüşler görülmüştür. Nitekim Yıldıztugay (2011) tuz stresi üzerine yaptığı çalışmasında, abiyotik stres faktörlerinin fotosentetik verim değerlerini düşürdüğünü bildirmiştir. Araştırmada 7. gün örneklemesinde ortalama fotosentetik verim 0,772, 14. gün örneklemesinde ise 0,535 olarak bulunmuştur. Zamanla artan kuraklık stresi ilerleyen gözlem dönemlerinde fotosentetik verimin düşmesine neden olmuş, bu durum klorofil miktarındaki azalmayla paralellik göstermiştir (Çizelge 4.13). Ortam x örnekleme zamanı interaksiyonuna göre normal ortamda örnekleme günleri arasında fotosentetik verim farklılığı önemli bulunmazken, kurak ortamda 14. gün örneklemesinde fotosentetik verim 7. güne göre yaklaşık %50 oranında düşük olmuştur. Bu durum kuraklık stresi şiddetinin geçen gün sayısına bağlı olarak giderek artan etkisinden kaynaklanmaktadır (Şekil 4.16). Benzer şekilde Sekmen ve ark. (2005) tuz stresinin domates bitkisindeki fizyolojik parametrelere etkileri üzerine yaptıkları bir araştırmada abiyotik stres faktörlerinden olan tuzluluğun zamanla artan etkisinin fotosentetik verim değerlerinde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 4.16. Fotosentetik verim ortam x örnekleme zamanı interaksiyonu

Çeşit x uygulama interaksiyonu ele alındığında Altay 2000 çeşidinde en yüksek fotosentetik verim KCl uygulamasında belirlenmekle beraber, tüm uygulamalar aynı istatistiksel grupta yer alırken, Kıraç 66 çeşidinde en düşük fotosentetik verim değeri kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Bu çeşitte kontrol uygulamasında priming uygulamalarına göre fotosentetik verimin düşük olması oldukça dikkat çekicidir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Fotosentetik verim bakımından çeşit x uygulama interaksiyonu

Çeşit x ortam x uygulama interaksiyonu ele alındığında Altay 2000 çeşidinde normal ortamdaki tüm değerler istatistiki olarak aynı grupta yer almış ve kurak ortam değerlerinden yüksek olmuşlardır. Altay 2000 çeşidinde kurak ortam değerleri içerisinde en yüksek fotosentetik verim değeri 0,664 ile KCl uygulamasından elde edilmiştir. Kıraç 66 çeşidinde ise istatistiki olarak fark daha belirgin olmuş, en yüksek fotosentetik verim değeri 0,797 ile normal ortamdaki KCl uygulamasından elde

edilmiştir. Kurak ortam koşullarında en yüksek değerlere NaCl ve KH_2PO_4 uygulamalarında ulaşılmıştır (Çizelge 4.13).

Araştırmada çeşit x ortam x örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonuna bakıldığında, Altay 2000 çeşidinde her iki ortamda da, 7. günde gözlenen fotosentetik verim değerlerinin 14. gün değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.13). Altay 2000 çeşidinin kurak ortam 7. gün örneklemesinde en yüksek fotosentetik verim değerinin NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Aynı çeşitte normal ortam 7. gün değerlerinde tüm uygulamalar fotosentetik verim bakımından istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır (Çizelge 4.14).

Altay 2000 çeşidinin kurak ortam 14. gün değerlerinde diğer tüm örnekleme zamanı ve uygulamalara göre istatistiki ve sayısal olarak önemli düşüşler görülmüş, elde edilen değerler farklı gruplarda yer almışlardır (Çizelge 4.13; Çizelge 4.14).

Kıraç 66 çeşidinde de kurak ve normal ortamda 7. gün örneklemesinden elde edilen tüm fotosentetik verim değerleri yönüyle tüm uygulamalar benzer tepkiler vermiş ve istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 4.13). Bu çeşitte esas farklılık her iki ortamında 14. gün örneklemesinde farklı uygulamalarda belirlenen fotosentetik verim değerlerinde görülmüş, farklı uygulamalarda elde edilen bu değerler normal ortam 14. gün örneklemesinde aynı istatistiki gruplarda yer alırken, kurak ortam 14. gün örneklemesinin tüm uygulamalarda elde edilen değerler farklı istatistiki gruplarda yer almış ve en düşük değer kontrol uygulamasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarında tespit edilen fotosentetik verim değerleri (Fv/Fm)

ÇEŞİT	UYGULAMALAR	ORTAM: KURAK ORTAM 7. GÜN DEĞERLERİ	ORTAM: KURAK ORTAM 14. GÜN DEĞERLERİ	ORTALAMA	ORTAM: NORMAL ORTAM 7. GÜN DEĞERLERİ	ORTAM: NORMAL ORTAM 14. GÜN DEĞERLERİ	ORTALAMA
		30 dk	30 dk		30 dk	30 dk	
ALTAY 2000	KONTROL	0,808	0,410	0,609	0,766	0,718	0,742
	NaCl	0,817	0,161	0,489	0,800	0,671	0,735
	KH_2PO_4	0,786	0,231	0,509	0,817	0,735	0,776
	KCl	0,731	0,664	0,697	0,805	0,728	0,767
	H_2O	0,764	0,295	0,529	0,815	0,647	0,731
ORTALAMA		0,781	0,352	0,567	0,800	0,700	0,750
KIRAÇ 66	KONTROL	0,766	0,065	0,415	0,484	0,781	0,633
	NaCl	0,749	0,684	0,717	0,811	0,690	0,750
	KH_2PO_4	0,800	0,575	0,687	0,826	0,748	0,787
	KCl	0,686	0,103	0,394	0,832	0,762	0,797
	H_2O	0,760	0,458	0,609	0,806	0,565	0,685
ORTALAMA		0,752	0,377	0,564	0,752	0,709	0,730

ÇEŞİTLERİN ORTALAMASI	Altay 2000	0,658	Kıraç 66 0,674
ORTAMLARIN ORTALAMASI	Kurak ortam	0,566	Normal ortam 0,740
ÖRNEKLEME ZAMANLARININ ORTALAMASI	7. gün değerleri	0,772	14. gün değerleri 0,535

UYGULAMALARIN ORTALAMASI	Kontrol	NaCl	KH_2PO_4	KCl	H_2O
	0,600	0,673	0,690	0,664	0,638

LSD(çeşit x uygulama interaksiyonu; 0,05) : 0,1318
LSD(çeşit x ortam x uygulama interaksiyonu; 0,05) : 0,1863
LSD(çeşit x ortam x uygulama x örnekleme zamanı; 0,01) : 0,3526
LSD(ortam x örnekleme zamanı; 0,01) : 0,1150

Çizelge 4.14. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen fotosentetik verim değerlerinin varyans analiz tablosu

V.K.	S.D.	K.T	K.O	F
A (Çeşit)	1	0,0020	0,0020	0,1329
B(Ortam)	1	0,0612	0,0612	35,1670**
AB	1	0,0020	0,0020	0,0931
C (Örn. Zam.)	1	1,1250	1,1250	64,6551**
AC	1	0,0160	0,0160	0,9175
BC	1	0,5470	0,5470	31,4505**
ABC	1	0,0000	0,0000	0,0007
D(Uygulama)	4	0,0790	0,0200	1,1295
AD	4	0,2600	0,0650	3,7396*
BD	4	0,0250	0,0060	0,3559
ABD	4	0,2060	0,0510	2,9555*
CD	4	0,0220	0,0060	0,3179
ACD	4	0,0169	0,0420	2,4320
BCD	4	0,1560	0,0390	2,2389
ABCD	4	0,3000	0,0750	4,3040**
Hata	40	0,6960	0,0170	
GENEL	79	4,2150		
CV (%)	20,19			

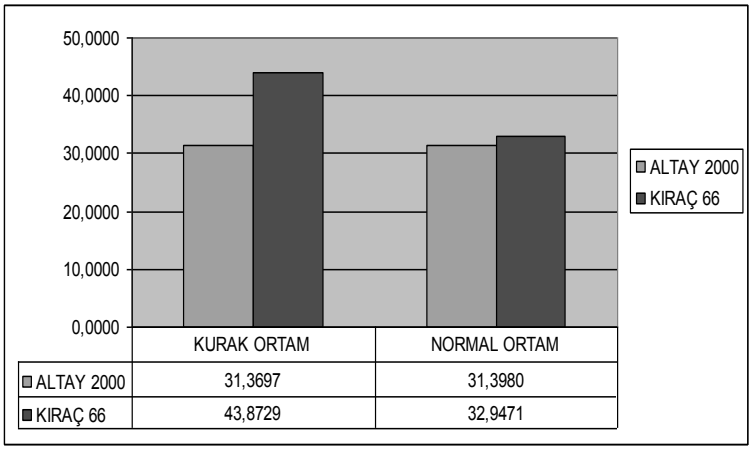
* işareti işlemler arasındaki farklılığın %5 ,** %1 ihtimal sınırına göre önemli olduğunu göstermektedir.

4.6. Lipit Peroksidasyonu

Araştırmada ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı ortam ve örnekleme zamanlarında piriming uygulamaları sonucu belirlenen Lipid peroksidasyonu değerlerine ait ortalama değerler ve LSD grupları Çizelge 4.12' de ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13' de verilmiştir. Bu araştırmada, Kıraç 66 çeşidinde tüm uygulamaların ortalama değeri (38,4100 nmol/g), Altay 2000 çeşidindeki tüm uygulamaların ortalama değerinden (31,3839 nmol/g) daha yüksek olmuştur (Çizelge 4.15).

Kurak ortamdaki MDA seviyesi (37,6213 nmol/g), normal ortama kıyasla (32,1725 nmol/g) önemli ölçüde yüksek olmuş (Çizelge 4.15). Bu durum kurak koşulların neden olduğu oksidatif stresin MDA oluşumunu tetiklemesiyle açıklanmıştır (Arora ve ark., 2002).

Çalışmada çeşit x ortam interaksiyonu önemli bulunmuş olup, Altay 2000 çeşidinde ortamlar arasında MDA miktarı yönüyle önemli bir değişim görülmemiştir (kurak ortam 31,3697 nmol/g; normal ortam 31,3980 nmol/g). Kıraç 66 çeşidinde ortamlar arasındaki MDA düzeyi farkı belirginleşmiş ve kurak ortamda MDA miktarında artış görülmüştür (normal ortam 32,9471 nmol/g; kurak ortam, 43,8729 nmol/g) (Şekil 4.18). Kıraç 66 çeşidinde kurak ortamda görülen MDA yükselişi, söz konusu stres faktörünün MDA seviyesindeki artışı tetiklemesine bağlı olarak görülen prolin yetersizliğiyle açıklanabilir. Nitekim Arora ve arkadaşları (2002), kuraklık stresiyle birlikte lipid peroksidasyonunun arttığını bildirmişlerdir.



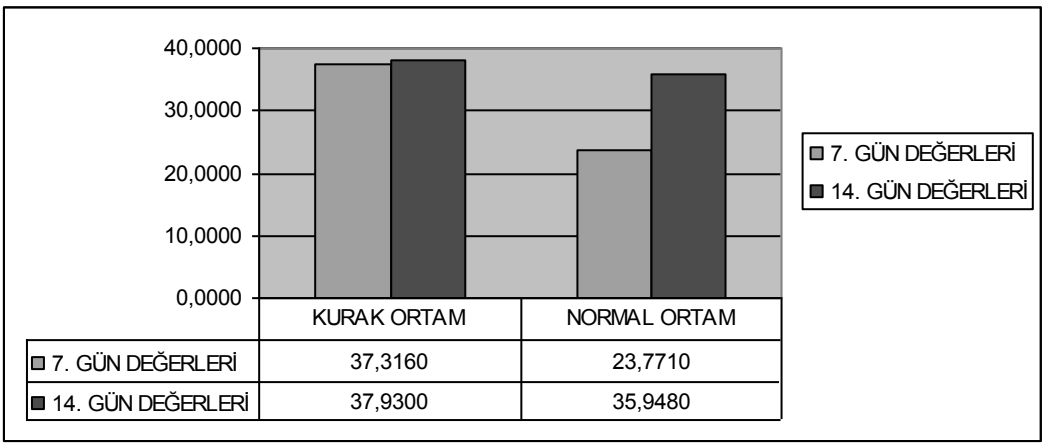
	KURAK ORTAM	NORMAL ORTAM
ALTAY 2000	31,3697	31,3980
KIRAÇ 66	43,8729	32,9471

Şekil 4.18. Lipid peroksidasyonunda çeşit x ortam interaksiyonu

Araştırmada 7. gün örneklemesinden elde edilen ortalama MDA değeri (30,5422 nmol/g), 14. güne (39,2516 nmol/g) kıyasla daha düşük olmuştur. Kuraklık stresinin etkisi zamanla arttığından 14. gün MDA değerleri sayısal ve istatistiki açıdan önemli

ölçüde artmıştır. Zamanla artan stres seviyesi protein denaturasyonu ve lipid peroksidasyonuna neden olmakta buna bağlı MDA artışı hücresel bozulmayı tetiklemekte ve hızlandırmaktadır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Ortam x örnekleme zamanı interaksiyonu dikkate alındığında, kurak ortamda 14. gündeki MDA değerleri (37,9300 nmol/g), 7. gün değerlerinden (37,3160 nmol/g) sayısal olarak farklı olsa da bu farklılık istatistiki olarak önemli görülmemiştir. Bu durumda bitki gelişiminde suya ihtiyacın yüksek olduğu başlangıç dönemlerinde kademeli olarak görülen kuraklığın, ilk aşamada lipid peroksidasyonuna bağlı MDA düzeyinde önemli yükselmelere neden olduğu söylenebilir (Sade ve ark., 2011). Normal ortamda büyümenin ilerlemesine bağlı olarak artan prolin miktarına (6,1990 nmol/g) paralel MDA miktarında da (35,9480 nmol/g) hem sayısal hem de istatistiki olarak önemli artışlar görülmüştür (Şekil 4.19).

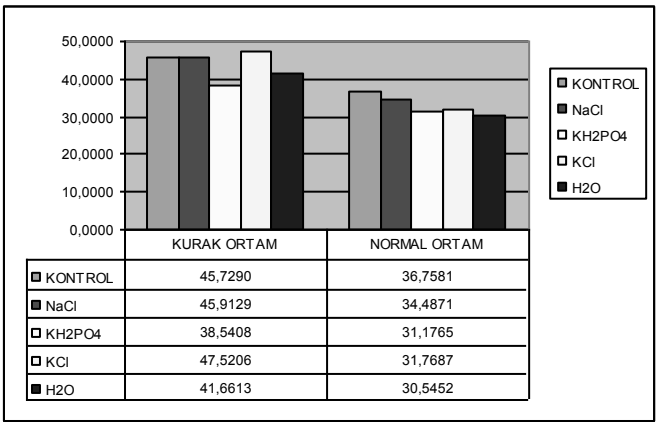


	KURAK ORTAM	NORMAL ORTAM
7. GÜN DEĞERLERİ	37,3160	23,7710
14. GÜN DEĞERLERİ	37,9300	35,9480

Şekil 4.19. MDA yönüyle ortam x örnekleme zamanı interaksiyonu

Uygulamalar MDA yönünden incelendiğinde, kontrol grubundaki MDA miktarının diğer priming uygulamalarından gerek istatistiki gerekse sayısal olarak daha yüksek olduğu görülmektedir (38,8621 nmol/g). Nitekim Kalefetoğlu ve Ekmekçi (2005), hücre seviyesinde stres faktörüne bağlı olarak eksitasyon enerjisinin yükselmesiyle oluşan hidroksil radikalinin ortamda kontrolsüz bir şekilde arttığını bildirmişlerdir bu durum MDA seviyesindeki yükselmeye işaret etmektedir. Bunun istenmeyen bir durum olduğu ve söz konusu bileşenlerin ortamdan uzaklaştırılmasının bitkinin gelişimini sürdürebilmesi açısından son derece önemli olduğu söylenebilir. Kontrol saksılarındaki yüksek MDA değeri bu saksılardaki bitkilerin detoksifikasyon mekanizmasının zayıf olduğunu gösterir (Arora ve ark., 2005). KCl (35,8877 nmol/g), H_2O (34,7637 nmol/g) ve NaCl (34,3355 nmol/g) ön uygulaması yapılmış tohumlardan

gelişen fidelerde priming uygulamasının tetiklediği fizyolojik ve metabolik reaksiyonlara bağlı olarak MDA miktarının kontrole kıyasla düştüğü görülmüştür. KH_2PO_4 uygulaması (30,6358 nmol/g) ise MDA detoksifikasyonunda diğer tüm uygulamalardan daha etkili olmuş, MDA miktarında kontrole kıyasla önemli oranda azalma sağlamıştır (Şekil 4.20). Priming uygulaması ile hücresel bozulmanın göstergesi olan MDA düzeyini kontrole kıyasla önemli ölçüde düşürmüş olup, bu düşüş %8 (KCl) ile %21 (KH_2PO_4) arasında değişmektedir. Bu mekanizma aynı zamanda priming uygulaması ile yaş ve kuru ağırlık, fide uzunluğu, klorofil içeriği gibi verimlilikle ilişkili özelliklerdeki gelişmelerin de nedenine açıklık getirmektedir. Tüm bu uygulamalarda KH_2PO_4 ve H_2O ile priming uygulamalarının ön plana çıkması dikkat çekmekte ve bu uygulamalar üzerinde yoğunlaşma gereksinimini ortaya çıkarmaktadır. Priming uygulamaları farklı büyüme proseslerini tetiklemektedir. Ön uygulamaların söz konusu etkisi çözeltileri oluşturan farklı niteliklerdeki kimyasallardan kaynaklanmaktadır. Priming uygulaması ile hücre bölünmesi, DNA replikasyonu (Giri ve Schillinger, 2003) ve antioksidatif defansın teşvik edilmesiyle (Afzal ve ark., 2006) birlikte stres faktörlerine karşı dayanıklılık artmaktadır. Kaya ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada ayçiçeği (*Helianthus anuus* L.) çeşidi Sanbro'nun uygulama yapılmış (kontrol, KNO_3 ve hidropriming) tohumlarında çimlenme ve fide gelişimi için tuz (NaCl) ve PEG 6000 ile kuraklık ve tuza toleransları aynı su potansiyellerinde (0.0, -0.3, -0.6, -0.9 ve -1.2 MPa) değerlendirmişlerdir. Hidropriming'in tuz ve kuraklık stresleri altında çimlenme ve fide büyümesini artırdığını saptamışlardır.

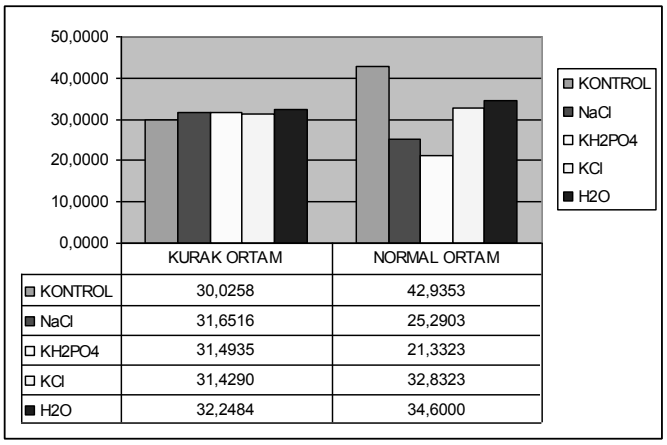


	KURAK ORTAM	NORMAL ORTAM
KONTROL	45,7290	36,7581
NaCl	45,9129	34,4871
KH2PO4	38,5408	31,1765
KCl	47,5206	31,7687
H2O	41,6613	30,5452

Şekil 4.20. Kıraç 66 çeşidinde MDA değerleri bakımından ortam x uygulama interaksiyonu

MDA parametresinde çeşit x ortam ve uygulama interaksiyonu da önemli bulunmuştur. Kıraç 66 çeşidinde kurak ortamda en düşük MDA değeri KH_2PO_4

uygulamasında belirlenmiş (38,5408), diğer uygulamalar istatistiksel farklılıklar göstermemişlerdir. Bu çeşitte normal ortamda en yüksek MDA değeri kontrol (36,7581) ve NaCl (34,4871) uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 4.20).

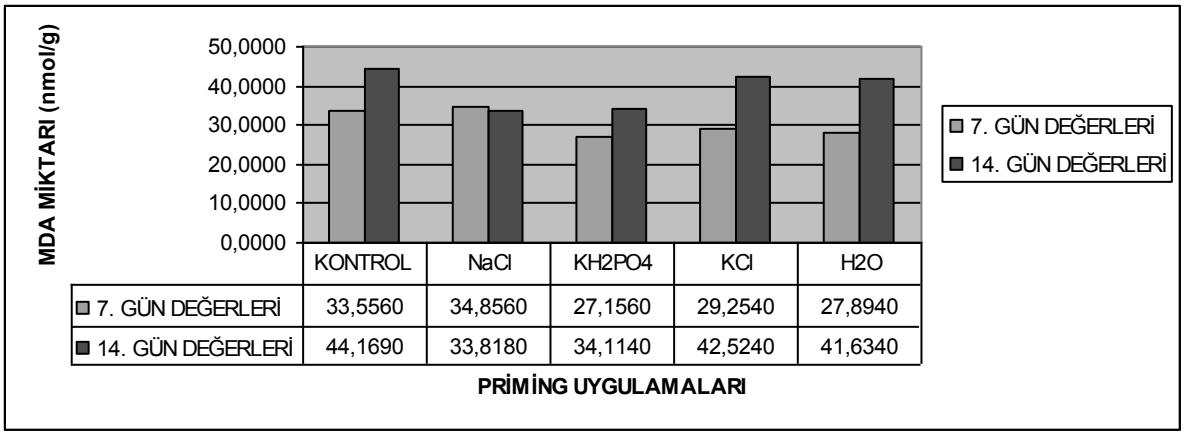


	KURAK ORTAM	NORMAL ORTAM
KONTROL	30,0258	42,9353
NaCl	31,6516	25,2903
KH2PO4	31,4935	21,3323
KCl	31,4290	32,8323
H2O	32,2484	34,6000

Şekil 4.21. Altay 2000 çeşidinde MDA değerleri yönüyle ortam x uygulama interaksiyonu

Altay 2000 çeşidinin kurak ortamdaki tepkileri incelendiğinde, uygulamalar arasında MDA içeriği bakımından sayısal olarak birbirlerinden farklılıklar olsa da istatistiki açıdan aynı grupta yer aldığı dikkati çekmiştir (Şekil 4.21)

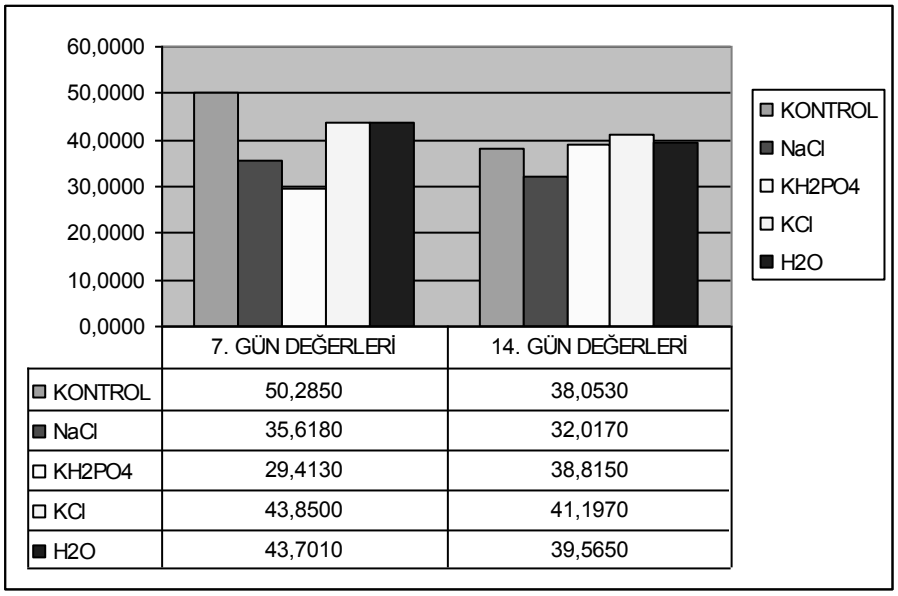
MDA parametresinde örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonu istatistiki açıdan önemli bulunmuş (Çizelge 4.16), 44,1690 nmol/g ile 14. gün örneklemesi kontrol uygulaması ilk sırada yer alırken, aynı grubun en düşük değerini 33,8180 nmol/g değeri ile NaCl uygulaması oluşturmuştur (Şekil 4.22). 7. gün örnekleme zamanı değerleri incelendiğinde en yüksek MDA değeri NaCl uygulamasında görülürken, en düşük değer 27,156 nmol/g ile KH_2PO_4 uygulamasında görülmüştür.



	KONTROL	NaCl	KH2PO4	KCl	H2O
7. GÜN DEĞERLERİ	33,5560	34,8560	27,1560	29,2540	27,8940
14. GÜN DEĞERLERİ	44,1690	33,8180	34,1140	42,5240	41,6340

Şekil 4.22. MDA yönüyle uygumala x örnekleme zamanı interaksiyonu

Ortam, örnekleme zamanı ve uygulama interaksiyonu incelendiğinde, kurak ortamın 7. ve 14. gün analizlerinde tüm uygulamalardaki MDA değerlerinin söz konusu örnekleme zamanlarında normal ortamdaki tüm uygulamaların MDA değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum kuraklık stresine maruz kalmış bitkilerdeki lipid peroksidasyonu ve protein degredasyonunun daha fazla olmasıyla açıklanmıştır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Kurak ortamdaki bitkilerde yapılan 7. gün örneklemesinde en yüksek MDA seviyesi kontrol grubundaki saksılarda (50,2850 nmol/g) belirlenirken, KH_2PO_4 ile prime edilmiş tohumlardan gelişen bitkilerdeki MDA seviyesi (29,4130 nmol/g) diğer uygulamaların tamamından daha düşük bulunmuştur.

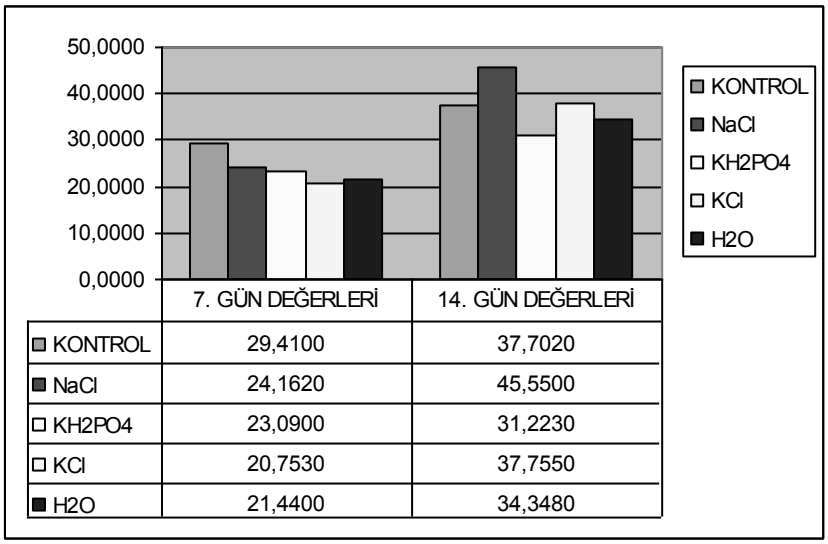


	7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ
KONTROL	50,2850	38,0530
NaCl	35,6180	32,0170
KH2PO4	29,4130	38,8150
KCl	43,8500	41,1970
H2O	43,7010	39,5650

Şekil 4.23. Kurak ortamda MDA değeri bakımından örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonu

Aynı şekilde normal ortamda yapılan 7. gün örneklemesinden elde edilen bitkilerde en yüksek MDA içeriği kontrol grubundaki (29,4100 nmol/g) bitkilerde belirlenirken, en düşük MDA içeriği ile KCl uygulamasında (20,7530 nmol/g) karşılaşılmıştır. Kurak ortam saksılarında 14. günde hasat edilen KCl ön uygulamasına tabi tutulmuş bitkilerdeki MDA miktarı 41,1970 nmol/g ile ilk sırada yer almış, en düşük MDA seviyesi (32,0170 nmol/g) ile NaCl uygulaması yapılmış fidelerde karşılaşılmıştır. Aynı grubun normal ortam değerleri incelendiğinde 45,5500 nmol/g ile en yüksek MDA miktarı NaCl uygulamasında belirlenirken, en düşük MDA miktarını 31,2230 nmol/g değeri ile KH_2PO_4 uygulaması oluşturmuştur (Şekil 4.22 ve Şekil 4.23). Zamanla değişen lipid peroksidasyonu seviyesi (Sade ve ark., 2011) bitkide aktif hale geçerek stres faktörlerinin olumsuz etkilerini bertaraf eden antioksidatif defans sistemi aktivitesinin farklı seviyelerde tetiklenmesiyle açıklanabilir. Özellikle örnekleme

zamanı bakımından aynı grupta yer alan bitkilerde kurak ortamdaki MDA seviyesinin yüksek olması kuraklık stresinin bitkiler üzerindeki etkisinin ne denli şiddetli, olduğunu göstermektedir.



	7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ
KONTROL	29,4100	37,7020
NaCl	24,1620	45,5500
KH2PO4	23,0900	31,2230
KCl	20,7530	37,7550
H2O	21,4400	34,3480

Şekil 4.24. Normal ortamda MDA değeri bakımından örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonu

Altay 2000 çeşidinde en yüksek MDA içeriği 55,5806 nmol/g değeri ile 14. gün normal ortam örneklemesinde kontrol gurubunda karşılaşılmıştır. Söz konusu çeşit, uygulama ve örnekleme zamanında prolin içeriğinin de maksimum seviyede olması (12,3455 nmol/g), normal ortamda bitkiyi artan MDA' dan koruyarak olumsuz etkisinin ortadan kaldırılmasını sağlamıştır (Szabados ve Savoure, 2009). Bu çeşitte en düşük MDA seviyesi ile normal ortam, 7. gün örnekleme zamanı ve KCl (16,6387 nmol/g) uygulamasında karşılaşılmıştır (Çizelge 7.1).

Kıraç 66 çeşidinde en yüksek MDA içeriği 52,7548 nmol/g değeri ile 7. gün kurak ortam NaCl uygulamasından elde edilmiştir. Altay 2000 çeşidinde olduğu gibi Kıraç 66 çeşidinin söz konusu ortam, uygulama ve örnekleme zamanında prolin içeriğinin oldukça yüksek olması (11,2194 nmol/g) dikkat çekicidir. Bu çeşitte en düşük MDA düzeyine normal ortam, 7. gün örneklemesi ve H_2O uygulamasında ulaşılmıştır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen MDA değerleri (nmol/g)

ÇEŞİT	UYGULAMALAR	ORTAM		ORTALAMA	ORTAM		ORTALAMA
		KURAK ORTAM			NORMAL ORTAM		
		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ	
ALTAY 2000	KONTROL	35,8645 f-j	24,1871 j-p	30,0258	30,2900 g-o	55,5806 a	42,9353
	NaCl	38,3419 e-ı	24,9613 j-p	31,6516	20,1419 m-p	30,4387 g-o	25,2903
	KH_2PO_4	23,6065 k-p	39,3806 d-h	31,4935	19,0452 op	23,6194 k-p	21,3323
	KCl	31,0258 g-n	31,8323 g-m	31,4290	16,6387 p	49,0258 a-e	32,8323
	H_2O	30,1161 g-o	34,3806 f-l	32,2484	23,1226 l-p	46,0774 a-f	34,6000
	ORTALAMA	31,7910	30,9484	31,3697	21,8477	40,9484	31,3980
KIRAÇ 66	KONTROL	39,5419 d-h	51,9161 abc	45,7290	28,5290 h-o	44,9871 a-f	36,7581
	NaCl	52,7548 ab	39,0710 d-h	45,9129	28,1806 h-p	40,7935 c-g	34,4871
	KH_2PO_4	38,8300 e-ı	38,2516 e-ı	38,5408	27,1400 ı-p	35,2129 f-k	31,1765
	KCl	44,4800 a-f	50,5613 a-d	47,5206	24,8600 j-p	38,6774 e-ı	31,7687
	H_2O	38,5742 e-ı	44,7484 a-f	41,6613	19,7613	41,3290 b-g	30,5452
	ORTALAMA	42,8362	44,9097	43,8729	25,6942	40,2000	32,9471
ÇEŞİTLERİN ORTALAMASI		Altay 2000		31,3839 b	Kıraç 66		38,4100 a
ORTAMLARIN ORTALAMASI		Kurak Ortam		37,6213a	Normal Ortam		32,1725 b
ÖRNEKLEME ZAMANLARININ ORTALAMASI		7. Gün Örneklemesi		30,5422 b	14. Gün Örneklemesi		39,2516 a
UYGULAMALARIN ORTALAMASI		Kontrol	NaCl	KH_2PO_4	KCl	H_2O	
		38,8621 a	34,3355 ab	30,6358 b	35,8877 ab	34,7637 ab	

LSD (Çeşit x Ortam x Uygulama: 0,05) : 8,286
LSD (Çeşit x Ortam: 0,01) : 4,959
LSD (Uygulama: 0,01) : 5,544
LSD (Ortam x Örnekleme zamanı: 0,01) : 4,959
LSD (Örnekleme zamanı x Uygulama: 0,01) : 7,840
LSD (Ortam x Uygulama x Örnekleme zamanı: 0,05) : 8,286
LSD (Çeşit x Ortam x Örnekleme zamanı x Uygulama: 0,05) : 11,72

Çizelge 4.16. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen MDA değerlerinin varyans analiz tablosu

V.K.	S.D.	K.T	K.O	F
A (Çeşit)	1	987,3640	987,3640	29,3717**
B(Ortam)	1	594,1050	594,1050	17,6731**
A*B	1	599,8960	599,8960	17,8453**
C (Örn. Zam.)	1	1516,6720	1516,6720	45,1171**
A*C	1	3,5150	3,5150	0,1046
B*C	1	1310,3380	1310,3380	38,9732**
A*B*C	1	70,4810	70,4810	2,0966
D(Uygulama)	4	563,2780	140,8200	4,1890**
AD	4	193,5190	48,3800	1,4392
BD	4	328,1260	82,0310	2,4402
ABD	4	387,7120	96,9280	2,8834*
CD	4	591,2930	147,8230	4,3974**
ACD	4	141,0620	35,2650	1,0491
BCD	4	413,7770	103,4440	3,0772*
ABCD	4	444,9160	111,2290	3,3088*
Hata	40	1344,6550	33,6160	
GENEL	79	9490,7080		
CV (%)	16,61			

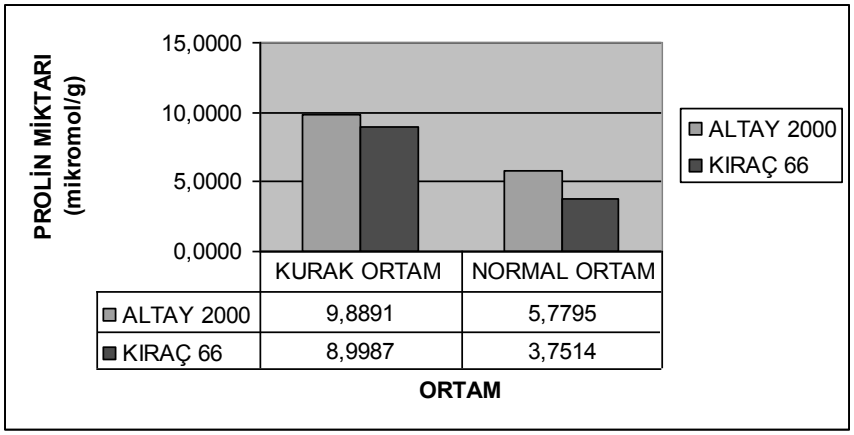
* işareti işlemler arasındaki farklılığın %5 ,** %1 ihtimal sınırına göre önemli olduğunu göstermektedir

4.7. Prolin

Prolin düzeyi üzerine çeşitler, ortamlar, örnekleme zamanları ve priming uygulamaları arasındaki farklılıklar istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.18). Çeşit ortalamaları incelendiğinde, Altay 2000 çeşidinde belirlenen prolin düzeyi 7,8300 µmol/g ile, Kıraç 66 çeşidinin prolin düzeyinden (6,3700 µmol/g) önemli ölçüde yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.17). Altay 2000 çeşidinin tüm büyüme parametrelerinin Kıraç 66 çeşidinden daha üstün olduğu da dikkat çekmektedir (Çizelge 4.1, Çizelge 4.3, Çizelge 4.5).

Kurak ve normal ortamlardaki prolin düzeyleri sırasıyla 9,4440 µmol/g ve 4,7650 µmol/g olmuştur (Çizelge 4.17). Kurak ortamda strese bağlı olarak prolin oluşumunun % 100' e yakın bir oranda arttığı göze çarpmaktadır. Bu durum kurak ortamda strese tolerans açısından önemli olmaktadır. Nitekim kurak ortam parametreleri arasındaki korelasyon değerlerine bakıldığında prolin düzeyi ile yaş ağırlık arasında pozitif önemli korelasyon bulunması da bu tespiti doğrulamaktadır. Birçok araştırmada yüksek bitkilerde artan çevresel stres faktörlerine bağlı olarak prolin miktarının da arttığı bildirilmiştir (Szabados ve Savoure, 2009). Nikolaeva ve arkadaşları (2008), kuraklığa toleransları farklı olan ekmeklik buğdaylarda yaptıkları araştırmalarında, kuraklık stresine bağlı olarak prolin içeriğinin arttığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmada artan lipid peroksidasyonunun antioksidatif defans sistemini olumsuz yönde etkilediğide vurgulanmaktadır.

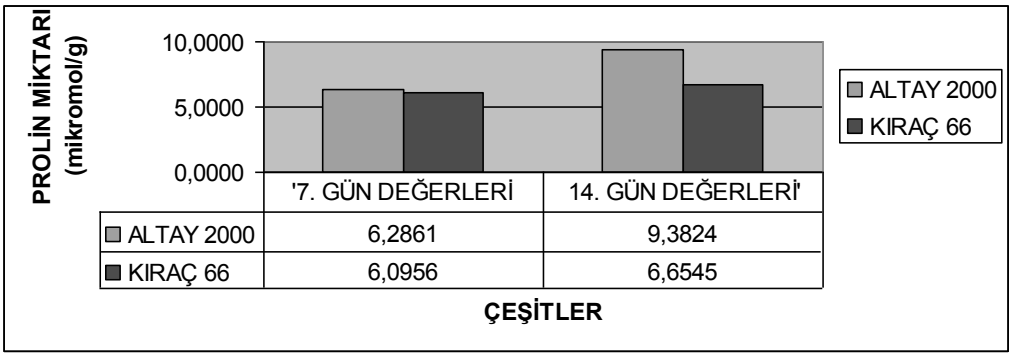
Çeşit x ortam interaksiyonuna göre her iki çeşitte de prolin düzeyi yönüyle ortamlar farklı gruplarda yer almış olup, Kıraç 66 çeşidinde kurak ortamdaki prolin artışının oransal olarak daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.25).



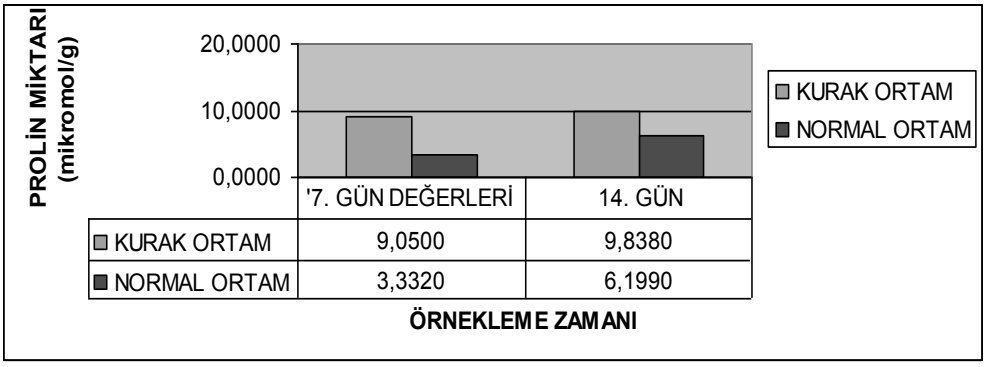
Şekil 4.25. Prolin değerleri yönüyle çeşit x ortam interaksiyonu

14. gün örneklemesinden elde edilen ortalama prolin değeri (9,8890 µmol/g), 7. gün örneklemesinden elde edilen ortalama prolin değerinden (5,7790 µmol/g), sayısal olarak önemli ölçüde yüksek bulunmuş (Çizelge 4.17) ve istatistikî olarak ta farklı grupta yer almışlardır (Çizelge 4.18).

Çeşit x örnekleme zamanı interaksiyonu incelendiğinde, Kıraç 66 çeşidinde prolin düzeyi yönüyle örnekleme zamanları arasındaki farkın önemli olmadığı, Altay 2000 çeşidinde ise 14. gün prolin değerlerinde önemli artışlar olduğu söylenebilir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Prolin değerleri yönüyle çeşit x örnekleme zamanı interaksiyonu



Şekil 4.27. Prolin değerleri yönüyle ortam x örnekleme zamanı interaksiyonu

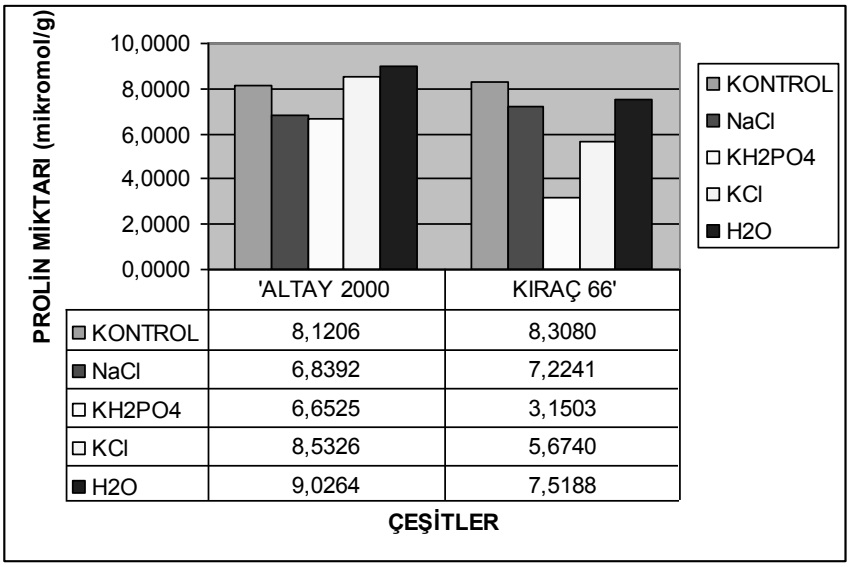
Ortam x örnekleme zamanı interaksiyonu dikkate alındığında, kurak ortamda tüm örnekleme zamanlarında prolin düzeylerinin yüksek olduğu ancak söz konusu ortamda örnekleme zamanları arasında farklılığın olmadığı ifade edilebilir (Şekil 4.27). Normal ortamdaki prolin değerleri kurak ortama göre düşük olmuştur. Yüksek bitkilerde prolin birikimi kuraklık, tuzluluk, metal toksitesi, oksidatif stres ve biotik stres faktörlerine karşı bir tepkidir (Szabados ve Savoure, 2009).

Çeşit x ortam x örnekleme zamanı interaksiyonuna göre, kurak ortam değerleri her iki çeşitte de normal ortama göre yüksek olurken, 7. ve 14. gün değerleri arasındaki

farklılık Altay 2000 çeşidinde 14. gün lehine daha yüksek olmuş, Kıraç 66 da ise bu durum bir değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.17).

En yüksek prolin düzeyine (8,2730 µmol/g) su ile priming uygulaması yapılan konuda ve 8,2100 µmol/g ile tohumların ekim öncesi hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrolde ulaşılmış olup, bu uygulamalarda elde edilen değerler diğerlerinden önemli ölçüde farklılık göstermiş ve ayrı gurupta yer almışlardır. NaCl, KH_2PO_4 ve KCl ile priming uygulamasının yapıldığı konularda ise prolin düzeyi önemli ölçüde düşük bulunmuştur (7,0320; 4,9010; 7,1030 µmol/g; Çizelge 4.18). Elkoca (2007), da priming uygulamalarının kuraklığa dayanıklılığı arttırdığı bildirilmektedir.

Prolin sentezi stres unsurlarıyla tetiklendiğinde kontrol saksılarında prolin düzeyinin daha yüksek oluşu bu ortamda stresin daha etkili olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim MDA' nında (oksidatif stresin önemli bir göstergesi) yüksek düzeyde oluşu bu uygulamanın yer aldığı bitkilerdeki stresin boyutunu ortaya koymaktadır. Nitekim Özpay (2008), fasulye genotiplerinde kuraklık stresi uygulanmış bitkilerin köklerindeki MDA miktarının tüm genotiplerde, kuraklık stresinin görülmediği diğer bitkilere göre artış gösterdiğini bildirmiştir.

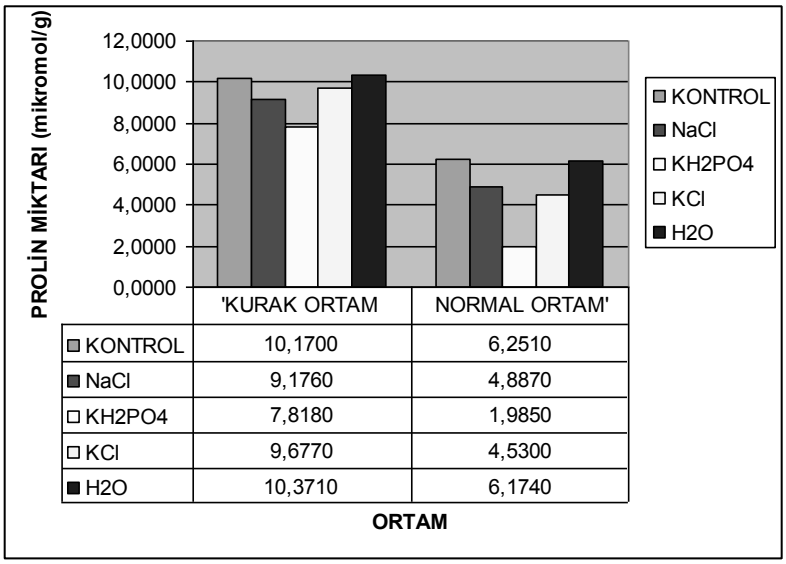


Şekil 4.28. Prolin değerleri yönüyle çeşit x uygulama interaksiyonu

Çeşit x uygulama interaksiyonu incelendiğinde Kıraç 66 çeşidinde en yüksek prolin değerine kontrol grubunda rastlanıldığı, Altay 2000 çeşidinde KCl ve H_2O uygulamalarında da prolin değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. En düşük değerlere ise Altay 2000 çeşidinde NaCl, KH_2PO_4 uygulamalarında rastlanılmıştır.

Ortam x uygulama interaksiyonuna göre en yüksek prolin değerleri kurak ortamda kontrol ve H_2O uygulamasında kaydedilmiştir.

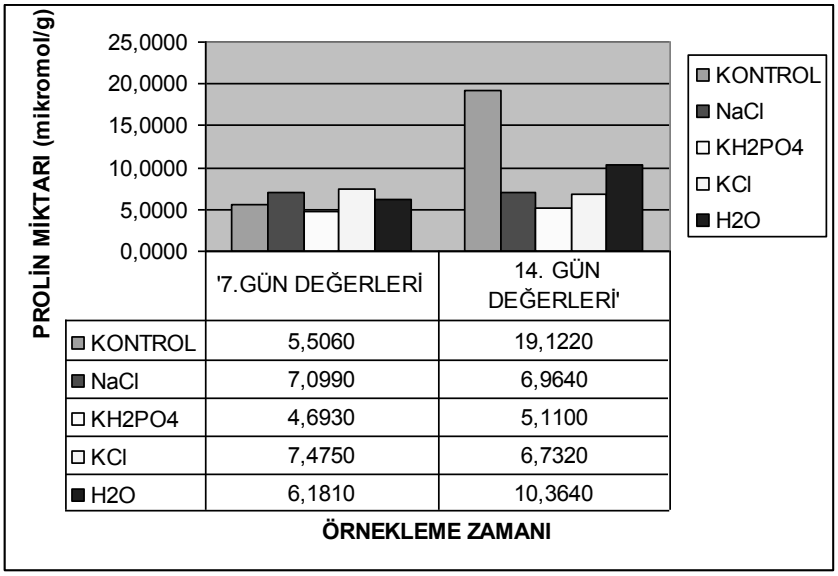
Ortam x uygulama interaksiyonuna bakıldığında en yüksek prolin değerine 10,3710 µmol/g ile H_2O uygulamasında ulaşılmış, en düşük değer ise KH_2PO_4 (1,9850 µmol/g) uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Prolin değerleri yönüyle ortam uygulama interaksiyonu

Çeşit x ortam x uygulama interaksiyonunda en yüksek prolin değeri Kıraç 66 x kurak x kontrol' de belirlenmiş, bunu Altay 2000 x kurak x H_2O uygulaması izlemiş, en düşük prolin değerlerine ise Kıraç 66 x normal ortam x KH_2PO_4 uygulaması, Kıraç 66 x normal ortam x KCl uygulaması; Altay 2000 x normal x KCl uygulamaları sahip olmuştur (Çizelge 4.17).

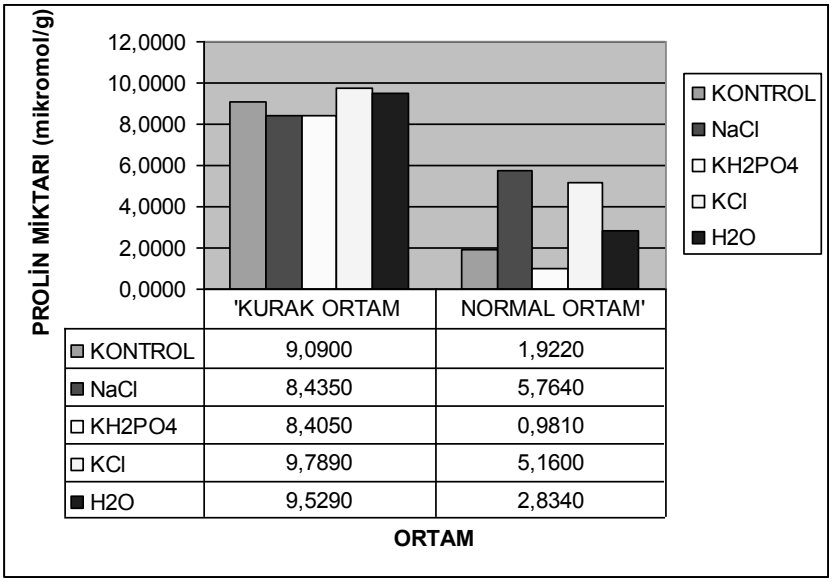
Örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonu incelendiğinde kontrol ve H_2O uygulamalarında örnekleme zamanlarında önemli değişiklikler olduğu ve 14. gün değerlerinin 7. gün değerlerine göre önemli ölçüde yükseldiği, diğer uygulamaların ise örnekleme zamanları arasında önemli değişimlerin olmadığı görülmektedir (Şekil 4.30).



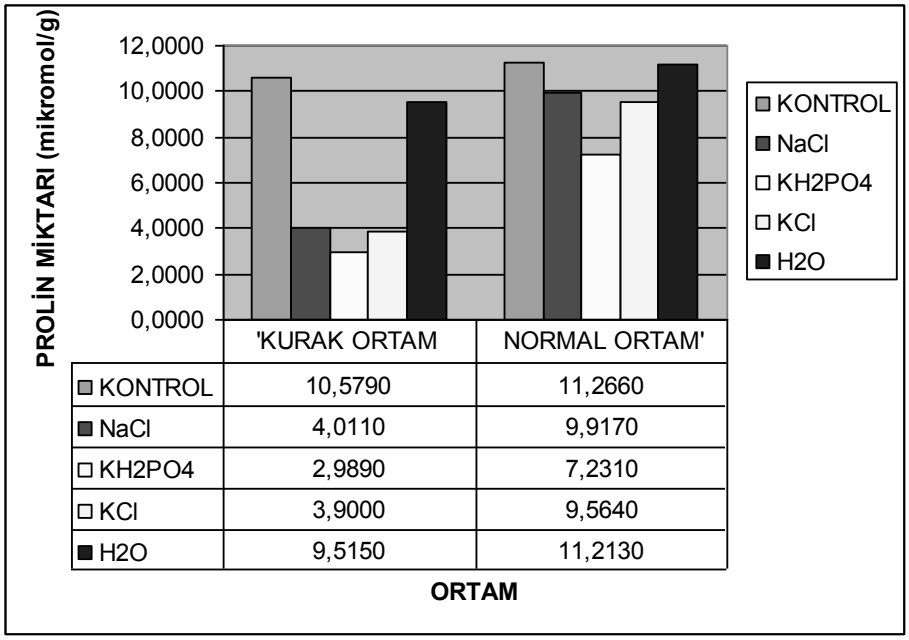
Şekil 4.30. Prolin değerleri yönüyle örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonu

Çeşit x örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonuna göre prolin değerleri Altay 2000 x 14. gün x kontrol, Altay 2000 x 14. gün x H_2O uygulaması ve Kıraç 66 x 14. gün x kontrol interaksiyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Ortam x örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonuna göre en yüksek prolin değerleri kurak ortam x 14. gün x kontrol ve kurak ortam x 14. gün x H_2O uygulamalarında belirlenmiştir (Şekil 4.31; Şekil 4.32).



Şekil 4.31. Prolin değerleri yönüyle 7. gün örneklemesi ortam x uygulama interaksiyonu



Şekil 4.32. Prolin değerleri yönüyle 14. gün örneklemesi ortam x uygulama interaksiyonu

Çeşit x ortam x örnekleme zamanı x uygulama interaksiyonuna göre en yüksek değerler genellikle Altay 2000 x kurak ortam x 14. gün H_2O uygulamasında, NaCl uygulaması ve kontrolde veya Kıraç 66 çeşidi x kurak ortam x 14. gün x kontrol uygulamasında belirlenmiş, en düşük değerlere ise genellikle her iki çeşitte de normal ortamda 7. gün örnekleme zamanında ve farklı priming uygulamalarında rastlanmıştır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarında tespit edilen prolin değerleri (µmol/g)

ÇEŞİT	UYGULAMALAR	ORTAM		ORTALAMA	ORTAM		ORTALAMA
		KURAK ORTAM			NORMAL ORTAM		
		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ		7. GÜN DEĞERLERİ	14. GÜN DEĞERLERİ	
ALTAY 2000	KONTROL	7,7047 b-j	10,7098 a-d	9,2072 bc	1,7225 o-r	12,3455 a	7,0340 de
	NaCl	5,6507 j-m	11,9211 ab	8,7859 cd	5,5640 jklm	4,2210 l-o	4,8925 f
	KH_2PO_4	9,3544 b-h	11,2627 abc	10,3086 abc	1,4344 pqr	4,5587 k-n	2,9965 g
	KCl	9,3900 b-h	10,8708 abc	10,1304 abc	9,6828 b-q	4,1869 l-o	6,9349 e
	H_2O	10,2048 a-f	11,8219 ab	11,0134 ab	2,1531 n-r	11,9257 ab	7,0394 de
ORTALAMA		8,4609 c	11,3173 a	9,8891 a	4,1113 d	7,4476 c	5,7795 c
KIRAÇ 66	KONTROL	10,4759 a-e	11,8219 ab	11,1489 a	2,1221 n-r	8,8122 c-h	5,4672 ef
	NaCl	11,2194 abc	7,9123 e-j	9,5658 abc	5,9636 ı-l	3,8012 l-p	4,8824 f
	KH_2PO_4	7,4553 g-j	3,2002 m-q	5,3278 ef	0,5267 r	1,4189 pqr	0,9728 h
	KCl	10,1877 a-f	8,2577 d-ı	9,2227 bc	0,6382 qr	3,6123 l-p	2,1252 gh
	H_2O	8,8525 c-h	10,6044 a-d	9,7285 abc	3,5147 k-p	7,1037 h-k	5,3092 ef
ORTALAMA		9,6382 b	8,3593 c	8,9987 b	2,5531 e	4,9497 d	3,7514 d
ÇEŞİTLERİN ORTALAMALARI				Altay 2000	7,8343 a	Kıraç 66	6,3750 b
ORTAMLARIN ORTALAMASI				Kurak Ortam	9,4440 a	Normal Ortam	4,7650 b
ÖRNEKLEME ZAMANLARININ ORTALAMASI				7.Gün Örneklemesi	5,7790 b	14. Gün Örneklemesi	9,889 a
UYGULAMALARIN ORTALAMASI		Kontrol	NaCl	KH_2PO_4	KCl	H_2O	
		8,2140 a	7,0320 b	4,9010 c	7,1030 b	8,2730 a	

LSD (Çeşit x Ortam: 0,01) : 0,8158
LSD (Çeşit x Örnekleme Zamanı: 0,01) : 0,8158
LSD (Ortam x Örnekleme Zamanı: 0,01) : 0,8158
LSD (Çeşit x Ortam x Örnekleme Zamanı: 0,01) : 1,1540
LSD (Çeşit x Uygulama: 0,01) :1,2900
LSD (Ortam x Uygulama: 0,05) :0,9640

LSD (Çeşit x Ortam x Uygulama: 0,01) :1,8240
LSD (Örnekleme Zamanı x Uygulama: 0,01) :1,2900
LSD (Çeşit x Örnekleme Zamanı x Uygulama:0,01) :1,8240
LSD (Ortam x Örnekleme Zamanı x Uygulama:0,01) :1,8240
LSD (Çeşit x Ortam x Örnekleme Zamanı x Uygulama: 0,01) :2,5800

Çizelge 4.18.Altay 2000 ve Kıraç 66 çeşitlerinde kurak ve normal ortamda farklı örnekleme zamanları ve priming uygulamalarından tespit edilen prolin değerlerinin varyans analiz tablosu

V.K.	S.D.	K.T	K.O	F
A (Çeşit)	1	42,5870	42,5870	46,7989**
B(Ortam)	1	437,7680	437,7680	481,0599**
AB	1	6,4720	6,4720	7,1122**
C (Örn. Zam.)	1	66,8010	66,8010	73,4067**
AC	1	32,1920	32,1920	35,3758**
BC	1	21,5840	21,5840	23,7180**
ABC	1	12,7650	12,7650	14,0273**
D(Uygulama)	4	119,2810	29,8200	32,7692**
AD	4	48,9890	12,2470	13,4584**
BD	4	10,0060	2,5020	2,7489*
ABD	4	30,6280	7,6570	8,4143**
CD	4	123,4890	30,8720	33,9252**
ACD	4	35,8160	8,9540	9,8394**
BCD	4	67,0400	16,7600	18,4174**
ABCD	4	56,8370	14,2090	15,6144**
Hata	40	36,4000	0,9100	
GENEL	79	1148,6550		
CV (%)	13,43			

* işareti işlemler arasındaki farklılığın %5 ,** %1 ihtimal sınırına göre önemli olduğunu göstermektedir

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Priming uygulamalarının bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde kurak koşullarda meydana getirdiği fizyolojik tepkiler incelendiğinde ön uygulamaların, ilk gelişme dönemi bitki yaş ve kuru madde ağırlıklarını olumlu yönde etkilediği, en yüksek kuru madde ağırlıklarının 9,62 mg ve 8,74 mg ile KH_2PO_4 ve H_2O uygulamalarından elde edildiği belirlenmiştir.

Fide uzunluğu normal ortamda kurak ortama kıyasla %32 oranında artmıştır. Araştırmada fizyolojik parametreler üzerine priming uygulamalarının yanında yetiştirme ortamı, çeşit ve bunların interaksiyonlarınında etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Normal ortamda 25,22 $mmol/m^2s^1$ olan stomal iletkenlik değeri, kurak ortamda 7.58 $mmol/m^2s^1$ olmuştur. Kuraklık stresi stomal iletkenlik, klorofil miktarı ve fotosentetik verim değerlerini önemli ölçüde düşürmüştür. NaCl ve H_2O ile yapılan priming uygulamaları klorofil miktarında artış sağlamıştır. Kurak ortamdaki MDA seviyesi (37,6213 nmol/g), normal ortama kıyasla (32,1725 nmol/g) önemli ölçüde yüksek olmuş, kurak ortamda strese bağlı olarak prolin miktarında ise % 100'e yakın bir artış görülmüştür.

Priming uygulamalarının büyüme parametreleri ve fizyolojik özellikler üzerine istenen yönde etkileri olduğu ortaya konulmuştur. Ntekim, priming uygulaması ile kontrole göre, yaş ağırlıkta %37 (KCl) ile %50 (KH_2PO_4) arasında, kuru ağırlıkta %4 (KCl) ile %18 (KH_2PO_4) arasında, fide uzunluğunda %4 (NaCl) ile %17 (KH_2PO_4), klorofil içeriğinde ise %15 (KH_2PO_4) ile %24 (NaCl) arasında değişen oranlarda artışlar belirlenmiştir. Ayrıca bu sonuçlara paralel olarak hücresel bozulmanın göstergesi olan MDA düzeyinde de priming uygulamaları ile azalışlar olmuş, kontrole kıyasla bu azalışlar %8 (KCl), %21 (KH_2PO_4)arasında değişmiştir.

Sonuç olarak genel anlamda priming uygulaması yapılmış tohumlardan gelişen fidelerin kuraklık stresine karşı daha toleranslı olduğu söylenebilir. Söz konusu uygulamaların teşvik ettiği metabolik ve fizyolojik proseslerin, kuraklık stresinin bertaraf edilmesini sağladığı düşünülmektedir.

5.2. Öneriler

Kuraklık en bilinen abiyotik stres faktörlerinden birisidir. Dünya üzerindeki kullanılabilir alanlar stres faktörlerine göre sınıflandırıldığında doğal bir stres faktörü olan kuraklık stresi %26' lık payıyla en büyük dilimi içermektedir. Söz konusu nedenlerden dolayı kuraklıkla mücadelede etkin ve üreticiye aktarılabilecek nitelikte tekniklerin geliştirilmesi son derece önemlidir.

Priming uygulaması ile hücresel bozulmanın göstergesi olan MDA düzeyinde kontrole kıyasla önemli ölçüde düşüşler olması, aynı zamanda bu uygulamalar ile yaş ve kuru ağırlık, fide uzunluğu, klorofil içeriği gibi verimlilikle ilişkili özelliklerde artışlar ın olması, primingin ekmeklik buğday yetiştiriciliğinde önerilebileceğini ortaya koymuştur. Çalışmada KH_2PO_4 ve H_2O ile priming uygulamalarının ön plana çıkması sebebiyle, ekmeklik buğday çeşitlerinin ekiminden önce tohumluklarının bu maddeler ile muamele edilmesi tavsiye edilebilir.

Çalışma sonunda özellikle su eksikliğinin çıkış üzerine olumsuz etkilerinin belirginleştiği buğday tarım alanlarında, hızlı çimlenme ve çıkışın sağlanması, stres faktörlerinin ilk gelişme dönemindeki olumsuz etkilerinin bertaraf edilmesi ve bitkinin kuraklık stresinin kademeli ve kontrolsüz zararından korunması bakımından priming uygulamasının katkı sağlayacağı kanaatine varılmıştır.

Kontrollü koşullarda türütülen bu çalışmanın uygulamaya aktarılması açısından tarla koşullarındada yürütülmesi önem arz etmektedir.

Priming ile büyüme ve fizyolojik parametreler arasındaki ilişkilerin değişik ortamlardaki denemelerle (mikro element eksikliği, tuzluluk gibi…) ele alınması önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

Afzal, I., Shahzad, M., A., B., Amjad, H., Muhammed, F., 2006, Physiological enhancements for alleviation of salt stres in wheat, *Pakistan Journal Botanic*, 38, 1649-1659.

Al-Ghamdi, A., A., 2009, Evaluation of oxidative stres tolerance in two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in response to drought, *International Journal of Agriculture and Biology*, 1,7-12.

Alia, P., S., Mohanty, P., 1997, Involvement of proline in protecting thylakoid membranes against free radical-induced photodamage, *J. Photochem. Photobiol.*, 38, 253–257.

Alscher, R., G., Donahue, J., L., Cramer, C., L., 1997, Reactive oxygen species and antioxidants: Relationships in green cells, *Physiology Plant*, 100, 224-233.

Anonim, 2010, Hububat raporu, *Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü*, 175 sayfa.

Antmen, Ş. E., 2005, Beta talasemide oksidatif stres, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 3-11.

Arif, M., Jan, M., T., Marwat, K., B., Khan, M., A., 2008, Seed priming improves emergence and yield of soybean, *Pakistan Journal Botanic*, 40,1169-1177.

Arora, A., Sairam, R., K., Srivastava, G., C., 2002, Oxidative stress and antioxidative system in plants, *Current Science*, 82, 1227-1238.

Asada, K., 1994, Production and action of active oxygen species in photosyntetic tissues in causes of photooxidative stress and amelioration of defense system in plants, *CRC Press*, 9, 77-103.

Asada, K., Takahashi, M., 1987, Production and scavenging of active oxygen in photosynthesis, *Elsevier*, 227–287.

Aslın, H., 1986, Çeşitli *Triticum* (Buğday) türlerinde morfolojik, anatomik ve bazı fizyolojik özellikler üzerine araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Atar, B., 2010, Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde tohuma ön işlem ve azot dozu uygulamalarının kış öncesi büyüme özellikleri ile tane verimi ve kalite özelliklerinin etkileri, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi.

Bahar, B., Barutçular, C., Yağbasanlar, T., 2003, Yazlık makarnalık buğdayda stoma iletkenliğinin verim ve verim unsurlarıyla ilişkileri, *Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi*, 22-25.

Barrs, H.D., 1968. Determination of water deficits in plant tissues, *Academic Press*, 1, 235–368.

Barutçular, C., Koç, M., Genç, İ., 1993, Bazı yerel ve ıslah edilmiş makarnalık buğday çeşitlerinde bayrak yaprak stoma direncinin dane dolumu dönemindeki seyri, *Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu*, 467-472.

Bates, L., S., Waldren, R., P., Tear, I., D., 1973, Rapid determination of free prolin for water-stress studies, Plant and Soil, 39, 205-207.

Beligni, M.V., Lamattina, L., 1999, Is nitric oxide toxic or protective, *Trends Plant Science*, 4, 299–300.

Bennoun, P., Mayfield, S., P., Rochaix, J., D., 1987, Expression of the nuclear encoded OEE1 protein is required for oxygen evoluion and stability of photosystem II particles in *Chlamydomonas reinhardtii*, *Embo J.*, 6, 313-318.

Blum, A., 1986, Breeding Crop Varieties for Stress Environments, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2, 199-237.

Brugnoli, E., Björkman, O., 1992, Chloroplast movements in leaves: influence on chlorophyll fluorescence and measurements of light-induced absorbance changes related to DpH and zeaxanthin formation, *Photosynth. Res*., 32, 23–35

Büyükçıngıl, Y., 2007, Primig uygulamasının sorgum (Sorghum bicolor L. Moench) tohumlarının düşük sıcaklıktaki çimlenme ve çıkış performansı üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.

Chang , S., M., Sung, J., M., 1998, Deteriorative changes in primed sweet corn seeds during storage, *Seed Science Technology*, 26, 613-626.

Chaves, M., M., 2009, Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell, *Ann. Bot.*, 103, 551–560.

Chiu, K., Y., Wang, C., S., Sung, J., N., 1995, Lipid peroxidation scavenging enzyms associated with accelerated aging and hydration of water melon seeds differing in ploidy, *Physiology Plant*, 94, 441-446.

Choudhary, N., L.,2005, Expression of delta1-pyrroline-5-carboxylate synthetase gene during drought in rice (*Oryza sativa* L.)., *Ind. J. Biochem. Biophys.*, 42, 366–370.

Çamoğlu, G., Genç, L., Aşık, Ş., 2011, Tatlı mısırda (*Zea mays saccharata* Sturt.) su stresinin fizyolojik ve morfolojik parametreler üzerine etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48, 141-149.

Çekiç, C., 2007, Kurağa dayanıklı buğday (*Triticum aestivum* L.) ıslahında seleksiyon kriteri olabilecek fizyolojik parametrelerin araştırılması, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi.

Çoban, S., S., 2007, Nohut genotiplerinde kuraklığa bağlı fizyolojik parametreler ve mineral beslenme üzerine salisilik asitin etkisi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi.

Dhindsa, R., S., Matowe, W., 1981, Drought tolerance in two mosses: correlated with enzymatic defence against lipid peroxidation, *Journal Exp. Bot*., 32, 79-91.

Elkoca, E., 2007, Priming: ekim öncesi tohum uygulamaları, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38, 113-120.

Erdoğan, G., 2008, Değişik kimyasal uygulamalarının farklı İskenderiye Üçgül (*Trifolium alexandrinum* L.) çeşidi tohumlarının düşük sıcaklıktaki çimlenme ve çıkış performansları üzerine etkileri, *Yükseklisans Tezi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.

Fabro, G., 2004, Proline accumulation and AtP5CS2 gene activation are induced by plant-pathogen incompatible interactions in Arabidopsis, *Mol. Plant Microbe Interact*., 17, 343-350.

Feng, Z., Guo, J., Yang, Y., Wen-Liang, H., Li-Xin, Z., 2004, Changes in the pattern of antioxidant enzyms in wheat exposed to water deficit and rewatering, *Acta Physiologiae Plantarum*, 26, 345-352.

Fischer, R. A., Bidinger, F., Syme, J., R., Wall, P., C., 1981, Leaf photosynthesis, leaf permeability, crop growth, and yield of short spring wheat genotypes under irrigation, *Crop Science*, 21, 3, 367-373.

Fischer, R., A., 2001, selection traits for ımproving yield potantial, *Application of Physiology in Wheat Breeding*, 13, 148-159.

França, M., B., Panek, A., D., Eleutherio, E., C., A., 2007, Oxidative stres and its effects during dehydration, *Science Direct*, 146, 621-631.

Fridovich, I., 1995, Superoxide radical and superoxide dismutase, *Annual Review Biochem*., 64, 97-112.

Giri, G., S., Schillinger, W., F., 2003, Seed priming winter wheat for germination, emergence and yield, *Crop Science*, 43, 2135-2141.

Grallath, S., 2005, The AtProT family compatible solute transporters with similar substrate specificity but differential expression patterns, *Plant Physiol.*, 137, 117–126.

Graziano, M., Beligni, M.V., Lamattina, L., 2002, Nitric oxide improves internal iron availability in plants, *Plant Physiology*, 130, 1852–1859.

Güneş, A., 2006, Mercimek ve Nohut bitkilerinde kuraklığa bağlı oksidatif stres ve fizyolojik tolerans mekanizmalarının belirlenmesi, *Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Raporu*, 53 sayfa.

Hare, P., Cress, W., 1997, Metabolic implications of stress induced proline accumulation in plants, *Plant Growth Regul*, 21, 79–102.

Haris, D, Rashid, A., Miraj, G., Arif, M., Yunas, M., 2008, On-farm seed priming with zinc in chickpea and wheat in Pakistan, *Plant Soil*, 306, 3-10.

Harrıs, D., Raghuwanshi, B. S., Gangwar, J. S., Singh, S. C., Joshi, K. D., Rashid, A. ve Hollington, P.A., 2001, Participatory evaluation by farmers of 'on-farm' seed priming in wheat in ındia, nepal and Pakistan, Experimental Agriculture 37, 403–415.

Haudecoeur, E., 2009, Proline antagonizes GABA-induced quenching of quorum-sensing in *Agrobacterium tumefaciens*, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 106, 14587–14592.

Hong-Bo, S., Chu, L., Lu, Z., Kang, C., 2007, Primary antioxidant free radical scavenging and redox signalling pathways in higher plant cells, *Int. J. Biol*, 4, 8-14.

Hong-bo, S., Li-ye, C., Ming-an, S., Abdul Jaleel, C., Hong-mei, M., 2008, Higher plan antioxidants and redox signalling under environmental stresses, *Science Direct*, 331, 433-441.

Iqbal, M., Ashraf, M., 2005, Changes in growth, photosyntetic capasity and ionic relations in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) due top re-sowing seed treatment with polyamines, *Plant Growth Regulation*, 46,19-30.

Iqbal, M., Ashraf, M., Jamil, A., 2006, Seed enhancement with cytokinins: changes in growth and grain yield in salt stres wheat plants, *Plant Growth Regul*., 50, 29-39.

Kacar, B., Katkat, V., Öztürk, Ş., 2009, Bitki fizyolojisi, *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara, 485-531.

Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y., 2005, Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılık mekanizmaları, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18, 723-740.

Kant, S., 2006, Evidence that differential gene expression between the halophyte *Thellungiella halophila* and *Arabidopsis thaliana* is responsible for higher levels of the compatible osmolyte proline and tight control of Na uptake in *T. halophila*, *Plant Cell Environ*., 29, 1220–1234.

Kavi Kishor, P. B., 2005, Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: its implications in plant growth and abiotic stress tolerance, *Curr. Sci.*, 88, 424–438.

Kaya, G., Demir, G., Tekin, A., Yagar, F., Demir, K., 2010, Priming uygulamasının biber tohumlarının stres sıcaklıklarında çimlenme, yağ asitleri, ġeker kapsamı ve enzim aktivitesi üzerine etkisi, Tarım Bilimleri Dergisi,16, 9-16.

Kaya, M. D., Okçu, G., Atak, M., Çıkılı, Y., Kolsarıcı, Ö., 2006, Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (Helianthus annuus L.), European Journal of Agronomy, 24, 291-295.

Keleş, Y., Öncel, I., 2002, Response of antioxidative defence system to temperature and water stres combinations in wheat seedlings, *Plant Science*, 163, 783-790.

Kemble, A., R., MacPherson, H., T., 1954, Liberation of amino acids in perennial ray grass during wilting, *Biochem. J.*, 58, 46-59.

Keser, G., 2005, *Nasturtium officinale* R. Br.‘ de kurşunun strese bağlı enzimlerin aktivitelerine, gelişmeye, mineral ve klorofil içeriğine etkileri, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora tezi.

Kleffmann, T., 2004, The Arabidopsis thaliana chloroplast proteome reveals pathway abundance and novel protein functions, *Curr. Biol.*, 14, 354–362.

Koca, H., 2007, tuz stresinin farklı susam çeşitlerinin fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkileri, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi.

Koç, M., Barutçular, C., Genç, İ., 2001, Çukurova’ da ekmeklik buğdayda stoma iletkenliği verim ilişkileri, *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi*, 87-92.

Köşkeroğlu, S., 2006, Tuz ve su stresi altındaki mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde prolin birikim düzeyleri ve stres parametrelerinin araştırılması, Yüksek lisans tezi, 120 sayfa.

Madhava Rao, K.V., Sresty, T.V.S., 2000, Antioxidative parameters in the seedlings of pigeonpea *(Cajanus cajan* L. Millspaugh) in response to Zn and Ni stresses, *Plant Science*, 157, 113-128.

Maheshwari, R., Dubey, R., S., 2009, Nickel-induced oxidative stres and the role of antioxidant defence in rice seedling, *Plant Growth Regul*, 59, 37-49.

Malan, C., Greyling, M., M:, Gressel, J., 1990, Correlation between antioxidant enzyms, Cu-Zn SOD and glutathione reductase, and environmental and xenobiotic stress tolerance in maize inbreds, *Plant Sciences*, 69, 157-166.

Matysik, J., 2002, Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants, *Curr. Sci.*, 82, 525–532.

Mehta, S., K., Gaur, J., P., 1999, Heavy-metal–induced proline accumulation and its role in ameliorating metal toxicity in *Chlorella vulgaris*, *New Phytol*, 143, 253–259.

Mitler, R., 2002, Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance, *Trends Plant Science*, 7, 405–10.

Nikolaeva, M., K., Maevskaya, S., N., Shugaev, A., G., Bukhov, N., G., 2008, Effect of drought on chylorophyll content and antioxidant enzym activities in leaves of three ehat cultivars varying in productivity, *Russian Journal of Plant Physiology*, 57, 94-102.

Özpay, T., 2008, Taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin kuraklık stresine olan tepkilerinin belirlenmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek lisans tezi.

Parvaiz, A., Sarwat, M., Sharma, S., 2008, Reactive oxygen species, antioxidants and signalling in plants, *Journal of Plant Biology*, 51, 167-173.

Rajpar, I., Mirani, R., A., Sial, N., B., Jamra, G., M., 2006, Potential seed priming treatment for fodder maize production (*Zea mays L.*) on saline soils, Sindgh Agriculture University Department of Soil Science, www.springerlink.com.

Reynolds, M., P., Acevedo, E., Sayre, K., D., Fischer, R., A., 1994, Yield potential in modern wheat varieties: its association with a less competitive ideotype, *Field Crops Res*., 37, 149-160.

Sade, B., 2000, Bitki fizyolojisi, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 29,133.

Sade, B., 2008, Yeni boyutlarıyla kuraklık ve nadas, *Ülkesel Tahıl Sempozyumu*, 230-235.

Sade, B., Soylu, S., Yetim, E., 2011, Drought and oxidative stress, *African Journal of Biotechnology*, 10, 11102-11109.

Sağsöz, S., 2000, Tohumluk Bilimi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 302.

Saradhi, P., P., 1995, Proline accumulates in plants exposed to UV radiation and protects them against UV induced peroxidation, *Biochem. Biophys. Res. Commun*, 209, 1–5.

Sekmen, A., H., Demiral, T., Tosun, N., Türküsay, H., Türkan, İ., 2005, Tuz stresi uygulanan domates bitkilerinin bazı fizyolojik özellikleri ve toptal protein miktarı üzerine bitki aktivatörünün etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42, 85-95.

Siddique, K., H., M., Belford, R., K., Perry, M., W., Tennant, D., 1989, Growth, development and light interception of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean-type environment, *Aust. J. of Agric. Res*., 40, 473-487.

Siddique, M., R., B., Hamid, A., Islam, M., S., 1999, Drought stres effects on water relations of wheat, *Bot. Bull. Acad. Sin*, 41, 35-39.

Subedi, K. D., Ma, B. L., Seed priming does not ımprove corn yield in a humid temperate environment, Agron. J., 97, 211-218.

Sun, B., Jing, Y., Chen, K., Song, L., Chen, F., Zhang, L., 2007, Protective effect of nitric oxide on iron deficiency-induced oxidative stres in maize (*Zea mays*), *Journal of plant Physiology*, 164, 536-543.

Szabados, L., Savoure, A., 2009, Proline: multifunctional amino acid, *Cell Press*, 15, 89-97.

Şeflek, A., 2010, Dallı darı (*Panicum virgatum* L.) çeşitlerinin verim, bazı morfolojik, fenolojik ve fizyolojik özelliklerinin tespiti, Yüksek lisans tezi.

Şenay, A., Kaya, M., D., Atak, M., Çiftçi, C., Y., 2005, Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 5 sayfa.

Terzi, H., 2006, *Triticum aestivum* L. ve *Triticum durum* desf.' un bazı çeşitlerinde fotosentetik pigment birikimi, hücre canlılığı ve yüksek sıcaklık şoku proteinlerinin sentezi üzerine yüksek sıcaklığın etkisi, *Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek lisans tezi, 102 sayfa.

Uzunlu, M., 2006, Aspirinin kavun fidelerinin değişik abiyotik stres koşullarına karşı toleranslarının artırılması üzerine etkileri, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, 39 sayfa.

Verbruggen, N., Hermans, C., 2008, Proline accumulation in plants: a review, *Amino Acids*, 35, 753–759.

Yadava, U., L., 1986, A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves, *HortScience*, 21, 1449–1450.

Yang, S., L., 2009, Hydrogen peroxide-induced proline and metabolic pathway of its accumulation in maize seedlings, *J. Plant Physiol*, 166, 1694-1699.

Yetim,E., 2010, Kuraklık ve oksidatif stres, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek lisans semineri.

Yıldırım, M., Akıncı, C., Koç, M., Barutçular, C., 2009, Bitki örtüsü serinliği ve klorofil miktarının makarnalık buğday ıslahında kullanım olanakları, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 24, 158-166.

Yıldıztugay, E., 2011, Endemik *Centaurea tuzgoluensis* AYTAÇ & H. DUMAN ve *Centaurea lycaonica* BIOSS. & HELDR.' nın fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine tuz stresinin etkileri, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi.

Yoshiba, Y., 1995, Correlation between the induction of a gene for delta 1-pyrroline-5-carboxylate synthetase and the accumulation of proline in *Arabidopsis thaliana* under osmotic stres, *Plant J.*, 7, 751–760.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Elif ÖZDEMİR
Uyruğu	**:**	Türkiye Cumhuriyeti
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	11.10.1985, Osmangazi/BURSA
Telefon	**:**	0332 223 2849
Faks	**:**	-
e-mail	**:**	elifyetim@selcuk.edu.tr

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**Melike Pınar Lisesi, Nilüfer, BURSA**	**2003**
Üniversite	:	**Ankara Üniversitesi, Altındağ, ANKARA**	**2009**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Selçuklu, KONYA**	**2010-...**
Doktora	:	**...**	**...**

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2010-...	**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**	**Araştırma Görevlisi**

UZMANLIK ALANI Tahıl Yetiştirme ve Islahı

YABANCI DİLLER İngilizce, Almanca

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

Silajlık Mısır Tarımı, Silajın Yapımı ve Kullanım Alanları (Mezuniyet Tezi)

Janke, H. ve Yetim, E. 2005. Türkiye' de Tarım Ekonomisi HUMBOLDT Üniversitesi/ ALMANYA (Proje)

Holtz, W. Toenges, E. Yetim, E. 2005. Üretim ve Biyoteknoloji , GEORG AUGUST Üniversitesi/ ALMANYA

Holtz, W. Toenges, E. Yetim, E. 2005. Veterinerlik Enstitüsü . Suni Tohumlamada Sperm Muhafazası, GEORG AUGUST Üniversitesi/ ALMANYA

Labotect, Ürün Tanıtımına Katılım, ALMANYA.2006.

Gauly, M. Toenges, E. Yetim, E. 2006. Yerel Bitkisel ve Hayvansal Gen Kaynaklarının Korunmasına Yönelik bir Araştırma (Proje).

Gauly, M. Toenges, E. Yetim, E. 2006. GEORG AUGUST Üniversitesi/ ALMANYA

Uygulamalı Toprak Analizleri,

İnsanlarda İnjeksiyon ve Tüp Bebek Uygulamaları,

Su Ürünleri Yetiştirme ve Islahı

Yetim, E ve Talaş, H. 2007. Çemen Bitkisinin Yetiştirilmesi ve Adaptasyonu ile

Bitkisel Özellikleri (Sunumlu Proje).

Yetim, E. Özcan, B. İpek, G. 2007. Kauçuk Bitkisinin Yetiştirilmesi ve Adaptasyonu ile Bitkisel Özellikleri (Sunumlu Proje).

Çiftçi, C. Y. Ve Yetim, E. 2008. Biyolojik Azot Fiksasyonu, FAO Yayınları (Food and Agriculture Organisation). Çevirmen : Elif YETİM

Çeviri örneği ektedir.

AIESEC, Erasmus Destekli Karşılıksız Burs.

HUMBOLDT Üniversitesi Tarım Ekonomisi Bölümü- 2005

GEORG AUGUST Üniversitesi Bitkisel Üretim, Hayvan Yetiştirme ve Islahı Bölümü- 2006

Candan Dil Kursu, İngilizce- 2005

HUMBOLDT Üniversitesi Tarım Ekonomisi Bölümü- 2005 Berlin/ ALMANYA

GEORG AUGUST Üniversitesi Bitkisel Üretim, Hayvan Yetiştirme ve Islahı Bölümü- 2006

Goettingen/ ALMANYA

*ERASMUS Programı Dahilinde Staj Hareketliliği

YAYINLAR

Sade, B., Soylu, S., Yetim, E., 2011, Drought and oxidative stress, *African Journal of Biotechnology*, 10, 11102-11109.

Atalay, E., Yetim, E., Soylu, S., Sade, B., Yorgancılar, M., 2011, Farklı priming uygulamalarının ekmeklik buğday çeşitlerinde (*Triticum aestivum* L.) çimlenmenin başlangıç dönemindeki etkinliği, *Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi Bildiriler Kitabı II. Cilt,* SAMSUN.